Revue générale
des Sciences
pures et appliquées

TOME TRENTE-TROISIÈME

L341(1)

Revue générale des Sciences pures et appliquées

PARAISSANT LE 15 ET LE 30 DE CHAQUE MOIS

FONDATEUR : **Louis OLIVIER**, DOCTEUR ÈS SCIENCES

Directeur : **J.-P. LANGLOIS**, Docteur ès Sciences, Professeur au Conservatoire national des Arts et Métiers, Chargé de Cours à la Faculté de Médecine de Paris, Membre de l'Académie de Médecine.

COMITÉ DE RÉDACTION

MM. **Paul APPELL**, Membre de l'Institut, Recteur de l'Université de Paris; **E.-L. BOUVIER**, Membre de l'Institut, Professeur au Muséum d'Histoire naturelle; **E. DEMENGE**, Ingénieur civil; **E. GLEY**, Professeur au Collège de France; **Ch.-Ed. GUILLAUME**, Correspondant de l'Institut; **A. HALLER**, Membre de l'Institut, Professeur à la Sorbonne; **E. HAUG**, Membre de l'Institut, Professeur à la Sorbonne; **L. MANGIN**, Membre de l'Institut, Directeur du Muséum d'Histoire naturelle; Vice-Amiral **PHILIBERT**; **Em. PICARD**, Secrétaire perpétuel de l'Académie des Sciences; Professeur à la Sorbonne.

Secrétaire de la Rédaction : LOUIS BRUNET.

TOME TRENTE-TROISIÈME

1922

AVEC NOMBREUSES FIGURES ORIGINALES DANS LE TEXTE

PARIS

Gaston DOIN, Editeur

8, place de l'Odéon, 8

—

1922

33e ANNÉE N° 1 15 JANVIER 1922

Revue générale des Sciences pures et appliquées

FONDATEUR : LOUIS OLIVIER

DIRECTEUR : J.-P. LANGLOIS, Professeur au Conservatoire national des Arts-et-Métiers, Membre de l'Académie de Médecine

Adresser tout ce qui concerne la rédaction à M. J.-P. LANGLOIS, 8, place de l'Odéon, Paris. — La reproduction et la traduction des œuvres et des travaux publiés dans la *Revue* sont complètement interdites en France et en pays étrangers y compris la Suède, la Norvège et la Hollande

CHRONIQUE ET CORRESPONDANCE

§ 1. — Astronomie physique

Les piles photo-électriques et leur sensibilité. — Les méthodes photo-électriques ont fait réaliser un progrès immense dans la détermination des grandeurs stellaires. Actuellement, leur application à l'étude des fluctuations lumineuses des étoiles variables donne des résultats si précis, que, grâce à leur appoint, on pourra bientôt lever quelques-unes des énigmes encore nombreuses qui entourent la variabilité de ces astres.

Ces méthodes utilisent deux catégories analogues d'instruments : la cellule au sélénium et la pile photo-électrique. Dans les deux cas on dispose, en somme, d'une pile extrêmement sensible, dont la résistance varie sous l'action des rayons lumineux. Il en résulte des modifications de l'intensité du courant qui parcourt la pile, et les fluctuations lumineuses de la source étudiée sont enregistrées par un galvanomètre très sensible.

La pile photo-électrique présente toutefois de grands avantages sur le photomètre au sélénium. Ce dernier instrument jouit, en particulier, de la curieuse et gênante propriété de se fatiguer : après avoir été soumis à l'action de la lumière, le sélénium ne recouvre pas instantanément sa sensibilité primitive. Si on l'a exposé pendant dix secondes, par exemple, à la lumière d'une étoile, on doit lui donner, ensuite, un repos d'une minute avant de faire l'observation suivante ; et ceci peut présenter des inconvénients dans les travaux de photométrie stellaire où, au cours d'une même séance d'observation, on doit effectuer rapidement un grand nombre de pointés sur les astres à étudier. La pile photo-électrique, au contraire, loin de voir sa sensibilité s'émousser temporairement à l'usage, subit plutôt dans certains cas une exaltation de sa puissance. C'est ce qu'ont montré des expériences récentes [1] : durant 523 heures, une pile à l'oxyde potassique fut soumise à l'action d'une source lumineuse ; le résultat fut une augmentation d'environ 70 °/₀ de la sensibilité. Par contre, une pile au potassium, après une illumination de 1.000 heures, n'avait pas subi de variation sensible de ses propriétés photométriques.

Le photomètre à pile photo-électrique se compose, en principe, d'un tube de verre fermé dans lequel on fait le vide. La face inférieure du tube est recouverte d'une couche d'un métal alcalin, ou de son oxyde, reliée au pôle négatif d'une batterie de piles ainsi qu'au sol : c'est la cathode. Au milieu du tube, d'autre part, un anneau formé d'un fil de platine, et relié au pôle positif de la batterie, constitue l'anode.

Dans la construction de cet appareil on peut employer n'importe quel métal alcalin ; toutefois, leur sensibilité va en décroissant dans l'ordre : lithium, sodium, potassium, rubidium et cæsium. La sensibilité du quatrième de ces métaux n'est guère que la moitié de celle des trois premiers, et celle du cæsium, le quart seulement.

Les piles photo-électriques, au point de vue de la sensibilité, se comportent à peu près comme notre œil : elles ne sont excitées que par des lumières d'une région bien limitée du spectre et leur sensibilité est maxima pour une lumière de longueur d'onde déterminée. La position dans le spectre de ce maximum varie d'ailleurs

1. E. F. SEILER : Color sensitiveness of photo-electric cells. *Astrophysical Journal*, vol. LII, p. 129 ; octobre 1920.

17364

avec les métaux : elle est de plus en plus déviée vers le rouge quand on passe du lithium au sodium, au potassium, puis au rubidium et au cæsium. Fait curieux : cette variation est en relation avec le poids atomique de ces divers métaux; tandis que cet élément croît quand on passe du lithium au cæsium, la sensibilité diminue, et son maximum se trouve déplacé vers le rouge.

Enfin diverses autres causes interviennent pour modifier la sensibilité à la couleur des piles photo-électriques, et pour déplacer la longueur d'onde de son maximum : ce sont, par exemple, la nature du verre employé pour la construction de l'ampoule, et la nature du gaz, hélium, néon, argon, que l'on y a introduit à la basse pression d'environ 75 centièmes de millimètre de mercure. En résumé, toutes ces actions se combinent pour former les caractéristiques d'une pile particulière, et il faut en tenir compte lorsqu'on veut construire un instrument destiné à un but très limité.

Les longueurs d'onde pour lesquelles a lieu le maximum de sensibilité des diverses piles photo-électriques qu'il est possible de réaliser forment, d'ailleurs, une véritable gamme lumineuse, et cette circonstance, loin de constituer un inconvénient, est susceptible de conduire, au contraire, à des résultats de la plus haute importance. En effet, l'emploi simultané, pour étudier l'éclat d'un astre, de deux piles à maxima de sensibilité très différents en longueur d'onde permet d'obtenir les intensités lumineuses en deux points très différents du spectre, et l'on peut ainsi connaître facilement la couleur et la classe spéciale de cette étoile. C'est en comparant ses résultats d'observation au photomètre au sélénium, et à la pile photo-électrique, que Stebbins [1] a pu, par des considérations analogues, déterminer la classe spectrale des deux corps du système double photométrique d'Algol.

H. Grouiller,
Astronome à l'Observatoire de Lyon.

§ 2. — Electricité industrielle

Une nouvelle étape dans l'emploi des très hautes tensions aux Etats-Unis. — La Southern California Edison Company, qui a entrepris la captation des forces du bassin de la San Joaquin River, auquel elle compte pouvoir emprunter en fin de compte de 700.000 à 800.000 chevaux, et qui exploite depuis plusieurs années déjà un ensemble d'usines représentant plus de 150.000 chevaux, prépare en ce moment une transformation capitale de ses installations : les deux lignes qu'elle possède pour alimenter Los Angeles, et qui ont une capacité de transmission de 55.000 KW. chacune, étant devenues insuffisantes pour assurer le service de la grande cité californienne et des environs, plutôt que de la suppléer par une ligne nouvelle, elle a décidé de porter la tension de transmission, actuellement déjà de 150.000 volts, au chiffre prodigieux de 220.000 volts; c'est d'ailleurs cette dernière tension que, dès à présent, l'on considère en Amérique comme devant devenir la tension normale des grandes lignes de transmission par lesquelles on compte interconnecter les grandes usines du pays et leurs réseaux de distribution, de façon à constituer un puissant système solidarisant, dans la production et la distribution, les installations présentes et futures.

Au point de vue de la ligne même, on estime que la transformation envisagée n'exigera pas une modification très importante de l'outillage actuel : les conducteurs sont portés par des isolateurs de suspension; peut être faudra-t-il ajouter aux dispositifs en question quelques éléments supplémentaires; mais on espère que cette addition même ne sera pas indispensable et qu'il suffira de munir les lignes des cerceaux ou boucles protectrices dont l'efficacité a été mise en lumière depuis quelques années (à la suite des travaux de Peek, Ryan, etc.) pour assurer la répartition uniforme du potentiel sur les divers éléments des chaînes isolantes de suspension. C'est par l'application de ces boucles que l'on commence la transformation de la ligne, se réservant d'adopter d'autres mesures si les essais montrent plus tard que la modernisation ci-dessus indiquée n'est pas suffisante.

C'est donc au point de vue de l'obtention de la haute tension requise que la transformation est intéressante; jusqu'à présent, en effet, on n'avait pas établi de transformateur statique de grande puissance capable de fonctionner pratiquement sous une tension pareille à celle que l'on veut réaliser et qui représente un saut brusque de 70.000 volts ou 50 % environ comparativement aux plus hautes tensions en usage. Ici encore, cependant, la compagnie et les constructeurs qui la secondent dans la transformation à réaliser estiment que cette transformation ne présente pas d'aléas redoutables, qu'elle en offre moins même qu'il n'y en eut, il y a une dizaine d'années, à passer de la tension de 66.000 volts alors utilisée à celle de 100.000 volts que l'on sut mettre en pratique tout à coup.

L'appareil sur lequel on compte pour résoudre le problème est le transformateur dit « à bobines circulaires »; ce transformateur se distingue des appareils usuels, où les noyaux et les bobines sont rectangulaires, en ce que les enroulements, à basse et à haute tension, y sont circulaires; en outre, elles n'alternent pas les unes avec les autres : les bobines basse tension forment un ensemble unique, une bobine hélicoïdale, sur chaque branche du noyau; les bobines haute tension également, celles-ci constituées chacune d'une simple spire constituant un disque plat, les disques superposés en un ensemble cylindrique, concentrique à l'enroulement basse tension, à l'extérieur de celui-ci. Cette construction présenterait de nombreux avantages sur la construction usuelle à bobines rectangulaires : elle permettrait, affirment les constructeurs, d'arriver beaucoup plus simplement et beaucoup plus sûrement à une robustesse électrique et mécanique absolument irréalisables avec les dispositions anciennes.

L'isolement des parties les unes par rapport aux autres, leur consolidation mécanique intérieure, leur ordonnancement propre et réciproque sont de beaucoup plus aisés qu'avec les bobines rectangulaires et alternantes; ajoutons aussi que le conducteur est travaillé dans

1. J. Stebbins : A photo-electric study of Algol. *Astrophysical Journal*, vol. LIII, p. 105; mars 1921.

des conditions beaucoup meilleures, qu'il est plus uniformément tendu, par exemple, ce qui lui est aussi favorable qu'à son isolement ; les conditions électromagnétiques et électrostatiques sont également améliorées d'une façon notable; les efforts électromagnétiques s'exercent latéralement, sans tendance à déformation de la part des bobines; la distribution du potentiel est plus uniforme : les concentrations de potentiel sont évitées, surtout si, comme on le fait, on a soin de faire la liaison avec la ligne au point milieu de l'enroulement, en reliant les deux extrémités à la terre; notons aussi une meilleure situation sous le rapport de la circulation de l'huile et de la réfrigération.

Les transformateurs adoptés, et dont quelques-uns sont en voie d'achèvement, présentent d'ailleurs quelques perfectionnements de construction importants en dehors de ceux inhérents à l'emploi des bobines circulaires : la cuve est munie d'une chambre de dilatation, grâce à laquelle le réservoir principal peut être rempli d'huile complètement, jusqu'au couvercle, sans qu'il y reste aucune chambre à air; on élimine ainsi les risques de détérioration des isolants et de l'huile elle-même, ainsi que la formation des mélanges explosifs qui peuvent se produire lorsque l'huile chaude vient en contact avec l'air atmosphérique. Notons enfin l'emploi d'un isolateur de sortie à bain d'huile établi pour pouvoir supporter sans danger des tensions de 460.000 volts.

Dans l'ensemble, l'installation en préparation constituera une expérience des plus intéressantes et dont il y aura lieu de suivre le fonctionnement avec une attention toute particulière.

Henri Marchand.

§ 3. — Chimie

La distinction de l'eau bouillie de l'eau non bouillie. — Il est souvent précieux de pouvoir s'assurer si une eau prétendue bouillie pour l'usage de la table a bien subi ce traitement. Comme l'indique M. W. R. G. Atkins[1], on y arrive très facilement au moyen d'indicateurs appropriés au type d'eau, car l'effet de l'ébullition est toujours d'abaisser la concentration en ion H en éliminant CO^2 de la solution et décomposant les bicarbonates.

Ainsi l'eau des réservoirs de Plymouth, eau douce provenant du Dartmoor, a un *p*H égal à 6,8 et donne une coloration jaunâtre avec le rouge phénol. Après ébullition dans un tube en verre dur, elle donne une coloration rouge franc avec ce réactif, légèrement rose avec la phénolphtaléine, et jaunâtre avec le bleu thymol; son *p*H est alors égal à 8,5.

L'eau de réservoir de Youghal a un *p*H égal à 7,0, mais contient plus de bicarbonate que l'eau de Dartmoor, car par ébullition elle donne non seulement le rouge franc avec le rouge phénol, mais aussi une coloration plus intense avec la phénolphtaléine et bleu ardoise avec le bleu thymol, dénotant un *p*H de 9,0, qui est la limite pour l'eau saturée de $CaCO^3$ en l'absence de CO^2.

Pour des eaux plus alcalines, à *p*H supérieur, le rouge phénol ne peut plus servir, car il colore déjà en rouge intense l'eau non bouillie, mais on peut se servir de la phénolphtaléine qui donne soit une coloration, soit une augmentation d'intensité de la couleur avec l'eau bouillie.

Par refroidissement, l'eau bouillie réabsorbe CO^2 jusqu'à équilibre avec le stade bicarbonate, qui a un *p*H égal à 8,37. Ce stade donne toujours une belle couleur avec le rouge phénol, étant supérieur à 8.

Comme l'oubli de l'ébullition de l'eau peut conduire, surtout sous les tropiques, à une maladie fatale, l'usage de la phénolphtaléine, du rouge phénol ou de tout autre indicateur y rendra sûrement des services.

1. *Nature*, t. VIII, n° 2715, p. 339; 10 nov. 1921.

§ 4. — Physiologie

La température de la peau des Pachydermes. — La connaissance de la température de la peau rend de précieux services dans l'interprétation des lois qui régissent la perte de chaleur de l'organisme animal; mais elle est difficile à déterminer chez la plupart des animaux à sang chaud, oiseaux ou mammifères, à cause de leur couverture de plumes ou de poils. Chez l'homme aussi, le vêtement contrarie sa mesure, car de nombreuses observations ont montré qu'elle varie sous les diverses pièces d'habillement, où elle est d'ailleurs toujours supérieure à la température de la peau nue. La détermination de la température de la peau d'animaux sans poils semble donc très intéressante, et c'est ce qui a engagé MM. Benedict, Fox et Baker à profiter des facilités fournies à cet égard par le Parc zoologique de New-York pour mesurer les températures superficielles de quelques Pachydermes : deux éléphants, un rhinocéros et un hippopotame[1].

Ils opéraient au moyen de thermo-jonctions cuivre-constantan, en utilisant des moyens spéciaux d'application sur la peau, dans une région aussi lisse que possible, pour obtenir la vraie température de celle-ci. Les animaux stationnaient dans une maison chauffée nuit et jour à 19°,5 C.

Les auteurs ont noté, sur un éléphant indien femelle, une température allant d'un minimum de 20°,8 C. en un point situé entre les deux yeux à 29°,6 sur l'épaule; chez un éléphant africain mâle, l'intervalle allait de 21°,4 à 28°,3 C. Ils n'ont pas fait état de températures plus élevées mesurées au dos des oreilles ou près des veines. La température moyenne de la peau de l'éléphant est donc de 25°,5 C. La température rectale de l'éléphant mâle était de 35°,9 et celle des fèces au moment de leur expulsion de 36°,2 et de 36°,7; l'éléphant a donc une température rectale de très peu inférieure à celle de l'homme.

Pour le rhinocéros, les mesures sur les diverses parties du corps se sont échelonnées de 24°,1 à 27°,9, avec une moyenne de 26°,2, tandis que la température rectale était de 37°,4.

Enfin, pour l'hippopotame, la température superficielle a varié de 20°,8 sur le dos à 30°,9 sur le ventre, soit une moyenne voisine de 25°. Cette différence beau-

1. *Proc. of the Nat. Acad. of Sc. of the U.S. of America*, t. VII, n° 5, p. 154; mai 1921.

coup plus grande des températures extrêmes paraît être due à la vaporisation beaucoup plus considérable d'eau par la peau de ce dernier animal.

En résumé, ce groupe d'animaux, à température rectale presque égale à celle de l'homme, vivant en captivité à une température de 19°,5, présente une température constante de la peau à peine supérieure de 6 à 7° à celle du milieu, en moyenne. L'homme, qui est à peu près indépendant de la température extérieure par suite du vêtement, s'est adapté à une température de la peau bien supérieure, quoique encore très variable, dont la moyenne est d'environ 33° sous le vêtement.

L'étude de la perte de chaleur de l'organisme chez les gros Pachydermes paraît devoir présenter de grosses difficultés, mais, combinée avec les précédents résultats, elle conduira certainement à des résultats intéressants.

§ 5. — Géographie et Colonisation

Les modes de groupement de la population en Belgique[1]. — Le problème du peuplement régional est un des objets les plus attachants de la Géographie humaine. Nous avons récemment examiné un de ses aspects, celui de la forme de l'habitation[2]. Le mémoire de Mlle M. Lefèvre, préparé à l'Institut de Géographie de Louvain, est une contribution importante, comme documentation et comme méthode de présentation, à l'étude des modes de groupement de la population en Belgique.

Tous les modes se ramènent à deux types : le type dispersé et le type aggloméré, mais que de variantes entre la dispersion ou la concentration complètes[3] ! Mlle Lefèvre a tracé sur la carte jointe à son étude une ligne de démarcation qui traverse la Belgique d'ouest en est et sépare les formes disséminées du nord et les formes agglomérées du sud. Au nord, « la dispersion se caractérise par le fait que, sur toute l'étendue de la région, on rencontre des maisons isolées. Là même où les communes ont une tendance à l'agglomération en village, il y a toujours un certain nombre d'habitations éparpillées. Le contraire se présente dans le sud. En dehors des maisons agglomérées, au centre de la commune, il n'y a guère d'habitations dans les champs. On peut parcourir des kilomètres en Ardenne sans rencontrer trace d'installations humaines ». Les deux grandes régions ainsi délimitées ne sont point toutefois parfaitement homogènes, elles comportent des îlots d'un type différent; c'est ainsi qu'au sud de la ligne, un groupe de la province de Liége appartient à la région de dispersion du nord.

La dispersion se fait soit par grandes fermes isolées, comme dans les polders, soit en bandes le long des dunes, des routes ou des digues, soit en hameaux. La concentration revêt également des formes variées, plus ou moins denses : « villages nébuleuse », « corons » des régions minières, « villages nucléaires », « villages-carrefours » des régions déboisées.

On peut trouver l'explication de ces formes diverses dans trois ordres de facteurs : l'ethnographie, les influences du milieu géographique et les nécessités économiques. L'explication ethnique a naturellement une origine allemande. Meitzen distinguait de ce point de vue trois sortes d'établissements : le village aggloméré caractéristique de la race germanique; le village dispersé, composé de fermes isolées, propre à la race celtique, et le village construit en rond ou étalé le long d'une route, commun à la race slave. La réalité est tout autre et beaucoup plus complexe que ne le comporte cette systématisation. Les infiltrations germaniques se sont produites en Belgique aussi bien au nord qu'au sud de la la ligne de démarcation tracée par Mlle Lefèvre, qui conclut très justement : « *S'il faut* attribuer une origine ethnographique au mode de peuplement actuel de la Belgique, tout au plus peut-on dire que, dans le mode d'établissement celto-franc au nord, on pourrait trouver une *tendance* à la dissémination, tandis qu'au sud la façon de construire « mur à mur », à la romaine, pourrait être le signe précurseur des villages agglomérés ».

Beaucoup plus exactes sont les explications provenant du milieu géographique et du genre de travail. La toponymie fournit d'utiles renseignements sur l'origine des villages. L'auteur en donne de nombreux exemples : c'est ainsi que les suffixes en *sart* et *rode*, très nombreux, désignent des défrichements. L'influence de la forêt occupe une place importante ; elle agit partout dans le sens de l'agglomération, soit en vue du travail de défrichement, soit en vue de la défense. On peut rappeler ici que beaucoup de villes russes ont pris naissance dans les clairières. La présence de l'eau et, notamment, la plus ou moins grande profondeur de la nappe aquifère est partout un facteur important du mode de peuplement. En général, la population se concentre dans les régions pauvres en eau, tandis qu'elle se dissémine là où elle dispose d'eaux courantes ou de sources. Il faut remarquer, cependant, que l'abondance de l'eau *permet* simplement la dispersion, mais que d'autres raisons peuvent, même dans ce cas, exiger l'agglomération. C'est ainsi que la nature du sol et le mode d'exploitation contribuent aussi à la différenciation du peuplement. On reconnaît généralement que, dans les contrées de grandes exploitations, les maisons sont groupées, tandis qu'elles se disséminent dans les régions où la terre est morcelée ou dans les pays d'élevage. Enfin, l'attraction des routes, la création des stations de chemin de fer, les besoins en main-d'œuvre des mines et des usines ont agi dans le sens de l'agglomération.

Pierre Clerget.

1. Marguerite Lefèvre : *Carte* régionale du peuplement de la Belgique. *La Géographie*, juin 1921.
2. *Revue générale des Sciences*, 15 avril 1921 : Les types d'habitations rurales en France.
3. M. J. Brunhes a donné deux figurations de ces cas extrêmes dans sa *Géographie humaine de la France*, ch. xv.

Y A-T-IL UNE ERREUR DANS LE PREMIER MÉMOIRE D'EINSTEIN ?

Le mot que d'Alembert prononça, il y aura tantôt deux siècles, à propos de la nouvelle science qu'était alors la Mécanique de Newton, pourrait s'appliquer exactement à la théorie connue aujourd'hui sous le nom de « Théorie de la Relativité » : en général, a-t-il dit, on a été plus occupé jusqu'à présent à augmenter l'édifice qu'à en éclairer l'entrée, et on a pensé principalement à l'élever sans donner à ses fondements toute la solidité convenable.

Aussi, une revision soignée des principes formulés par les fondateurs semble-t-elle urgente. Nous nous proposons d'examiner ici un point particulièrement important.

I

En l'absence de gravitation, la Théorie de la relativité est dite *restreinte*. Dans ce cas, elle n'est pas autre chose que l'étude de l'équation aux dérivées partielles exprimant la propagation par ondes, et qu'a traitée pour la première fois ce même d'Alembert. Mais il aura fallu attendre jusqu'à nos jours pour connaître une propriété fondamentale de cette équation : son *invariance* relativement à un groupe de transformations, appelées *transformations de Lorentz* par Poincaré en l'honneur du physicien hollandais qui, à la suite d'admirables recherches, découvrit ces formules. L'importance fondamentale de celles-ci provient de ce qu'elles font connaître les mouvements généraux de la propagation lumineuse sans qu'il soit besoin d'utiliser l'équation aux dérivées partielles de d'Alembert.

Outre la transformation de Lorentz, Einstein a placé à la tête de la relativité restreinte le célèbre principe de la constance *absolue* de la vitesse de la lumière, qui fut la source des innombrables paradoxes qu'ont exploités les adversaires de la Théorie. Or, lorsqu'on relit attentivement le mémoire de 1905, où Einstein jeta les fondements de la Relativité, on se heurte au § 3 (*Annalen der Physik*, p. 901) à une conclusion si curieuse qu'on se demande si ce principe ne repose pas sur une simple erreur. Il y aurait donc plus qu'un paradoxe, il y aurait une inexactitude.

C'est ce point que nous allons examiner.

Rappelons d'abord la forme analytique de la transformation de Lorentz. Considérons deux systèmes de référence en translation relative uniforme de vitesse v : un train parcourant une voie, par exemple. Lions un système de coordonnées cartésiennes $S(x,y,z)$ à la voie et un système $S'(x',y',z')$ au train. Soient τ et τ' des paramètres homogènes à un temps exprimé en secondes, et $c_0 = 300.000$ km/sec la vitesse de la lumière dans le vide. La transformation de Lorentz s'écrit alors, si l'on suppose que les axes Ox et $O'x'$ coïncident et ont la direction de la vitesse v :

$$\text{(a)} \qquad \begin{gathered} x = \beta(x' + \alpha c_0\tau'),\ y = y',\ z = z', \\ c_0\tau = \beta(c_0\tau' + \alpha x') \\ \alpha = v : c_0\ ;\ \beta^2 = 1 : (1 - \alpha^2). \end{gathered}$$

Au début de son mémoire, Einstein, après avoir fait de longues considérations sur le temps et l'espace, croit pouvoir donner une « démonstration » de la transformation de Lorentz [1]. Nous n'examinerons pas cette partie difficile du mémoire, où Einstein proclame pour la première fois qu'il ne faut pas attacher de signification absolue à la notion de simultanéité. Par contre, à la fin du § 3, l'illustre physicien fait une application aussi simple que fondamentale de cette transformation. La voici. Produisons un signal lumineux bref sur la voie, à l'origine O des coordonnées, à l'instant $\tau = o$. En vertu du principe de la constance de la vitesse de la lumière, il engendrera une onde sphérique de centre fixe par rapport à la voie et dont le rayon croît à raison de 300.000 kilomètres à la seconde. Son équation pourra donc s'écrire :

$$\text{(1)} \qquad x^2 + y^2 + z^2 = c_0^2\tau^2$$

Comment, se demande alors Einstein, cette même onde apparaîtra-t-elle à l'observateur entraîné avec le train ? Pour le voir, dit-il, il suffit d'appliquer la transformation de Lorentz. Le calcul et le résultat sont simples. On trouve en effet :

$$\text{(2)} \qquad x'^2 + y'^2 + z'^2 = c_0^2\tau'^2,$$

et Einstein de conclure : « lorsqu'on la considère depuis le système en mouvement (train), l'onde envisagée est donc aussi une onde sphérique se propageant avec la vitesse c_0 ».

Cette conclusion est elle exacte ?

1. L'ensemble des transformations de Lorentz forme un « groupe », notion mathématique très délicate. Il est beaucoup plus simple d'admettre ce groupe comme un « être » mathématique nouveau dont on étudie les propriétés, que de chercher un système d'axiomes plus ou moins clairs d'où l'on pourrait le déduire. Voir à ce propos la belle étude de M. Pierre Boutroux intitulée *L'Idéal Scientifique des Mathématiciens* (F. Alcan, édit., Paris).

L'équation (1) ne peut représenter une sphère que si l'on suppose τ constant, c'est-à-dire exprimant un instant unique et bien déterminé.

Mais alors τ' ne peut être constant si les relations (a) doivent être satisfaites quel que soit α. En fait, nous avons 8 variables et 5 relations indépendantes, donc 3 variables indépendantes. Dans le problème considéré, l'une d'elle, τ, jouera le rôle du temps, — car, pour l'analyste, le temps n'est pas autre chose qu'une variable indépendante. Les deux autres, x et y par exemple, serviront à former la sphère (1). Mais, avec ces conditions, toutes les variables accentuées sont dépendantes, et τ' ne saurait représenter le temps. Il doit s'éliminer. Soit R le rayon de la sphère à l'instant τ. Il est facile de voir que la transformée est non une sphère, comme le prétend Einstein, mais un *ellipsoïde*, dont l'équation est :

$$(3) \qquad x'^2 + y'^2 + z'^2 = \left(\frac{R}{\beta} - \alpha x'\right)^2.$$

Il est de révolution autour de la direction du mouvement et possède un foyer à l'origine O' des coordonnées. Son excentricité est α ; elle ne dépend donc que de la vitesse relative des systèmes. Notons en passant que Poincaré a signalé un ellipsoïde analogue dans *Science et Méthode* (p. 239).

Ainsi donc, la conclusion d'Einstein, dans les termes que nous venons de rappeler, est erronée sans aucun doute.

Comment les disciples s'en sont-ils tirés ? C'est ce qu'il est intéressant de voir. Ils s'accrochèrent à cet effet à la « relativité de la simultanéité ». Ouvrons par exemple le traité classique *Die Relativitætstheorie* de M. von Laue, le meilleur commentateur d'Einstein. M. Laue remarque parfaitement que si τ est constant, τ' ne peut l'être en même temps. Or, pour τ constant, l'équation (1) représente une sphère, qu'on peut alors définir comme un ensemble de points simultanés pour le système S, puisqu'elle correspond à τ = constante. Par contre, τ' étant variable, l'observateur lié à S' et qui considère τ' comme « son » temps à lui, ne constatera pas un ensemble de points simultanés. « Ainsi, conclut M. Laue, des événements qui sont simultanés par rapport au système S ne le sont pas en général pour le système S' » : la notion de simultanéité devient une notion relative au système de référence sur lequel se trouve l'observateur[1].

On voit, dès lors, à quel bouleversement profond nous conduit ce relativisme. L'équation (2) ne représenterait plus une surface ; elle représenterait un nouveau genre de « variétés continues », et ces dernières auraient ceci de caractéristique, que leurs points ne coexisteraient pas.

Avant d'accepter ce relativisme, il convenait d'en examiner avec soin l'origine. On voit par ce qui précède qu'il ne s'impose nullement à nous, et qu'il est beaucoup plus simple et satisfaisant de dire que l'équation (2) représente, dans le cas envisagé, une surface au sens ordinaire du terme, en l'espèce un ellipsoïde.

En fait, remarquons-le, ce n'est rien moins qu'à l'abandon des représentations graphiques que nous conduiraient les relativistes. Pour eux, l'observateur en mouvement serait dans l'impossibilité de se faire une image de l'onde émise, car qu'est-ce qu'une sphère dont les points ne coexistent pas ? Aussi bien, les traités qui exposent le relativisme sont-ils d'une abstraction rebutante. C'est que l'on ne saurait renier les graphiques sans renier par là même le meilleur lien que nous ayons entre les équations et la réalité des phénomènes.

En résumé, nous pouvons dire que la transformation de Lorentz appartient aux transformations géométriques qui, à une surface, font correspondre une surface. En outre, le temps doit conserver ce caractère fondamental que l'illustre philosophe Henri Bergson lui a si justement reconnu, à savoir la qualité de n'être, analytiquement, qu'une variable *indépendante*. Au cours du même problème, nous n'avons pas le droit de changer la variable temporelle choisie comme indépendante. Le temps est universel en ce sens qu'il ne peut y avoir, dans chaque problème, qu'une seule et unique variable de ce genre pour représenter le temps, et cela, quel que soit le nombre de systèmes de référence en présence.

Ces modifications d'ordre purement mathématique nous obligent à abandonner le principe de la constance absolue de la vitesse de la lumière et de lui substituer celui de la constance *relative*. Nous pouvons, en effet, grâce à la symétrie des formules de Lorentz, supposer que l'ébranlement est produit sur le train. Par rapport à ce dernier, l'onde sera une sphère que représentera l'équation (2), dans laquelle maintenant τ' jouera le rôle de variable temporelle indépendante. Vue de la voie, cette nouvelle onde apparaîtra sous la forme de l'ellipsoïde :

$$(4) \qquad x^2 + y^2 + z^2 = \left(\frac{R}{\beta} + \alpha x\right)^2.$$

1. Le fascicule sur la Théorie de la Relativité de l'édition allemande de l'*Encyclopédie des Sciences mathématiques* vient de paraître (rédaction de W. PAULI jun., Munich, avec une préface de A. SOMMERFELD). C'est au n° 4 (p. 553) que la « relativité de la simultanéité » est introduite. Cette introduction est motivée par la nécessité de faire représenter aux équations (1) et (2) *à la fois* une *même* sphère de centre *immobile* tant pour l'observateur de S que pour celui de S', comme l'exigerait la constance absolue de la vitesse de la lumière.

Ces ellipsoïdes jouissent de propriétés très remarquables, et nul doute qu'Einstein les eût utilisés s'il en avait eu connaissance.

Mais, avant de passer aux applications, il convient d'examiner la question d'un autre point de vue. C'est ce que nous allons faire.

II

Dans la Théorie de la relativité restreinte, il y a, à côté de la transformation de Lorentz, des formules d'importance également fondamentale: ce sont celles qui expriment la *règle d'addition des vitesses* d'Einstein, règle indiquée d'ailleurs indépendamment par Poincaré. Nous établirons cette règle en procédant de la façon suivante. Désignons par u et u' les produits $c_0\tau$ et $c_0'\tau'$ des relations (a). Ces quantités, homogènes à une longueur, représenteront les chemins décrits par un même rayon lumineux repéré dans chacun des systèmes S et S'. Exprimons le temps, mesuré en secondes, par la lettre t, et dérivons les relations (a) relativement à t, en indiquant par un point sur les lettres le résultat de l'opération. Posons:

$$Q_x = \frac{\dot{x}}{\dot{u}} c_0, \quad Q_y = \frac{\dot{y}}{\dot{u}} c_0, \ldots; \quad Q_x' = \frac{\dot{x}'}{\dot{u}'} c_0, \ldots$$

Les relations (a) dérivées donnent :

$$\text{(b)} \quad Q_x = \frac{Q_x' + v}{1 + \frac{Q_x' v}{c_0^2}}; \quad Q_y = \frac{Q'_y}{\beta\left(1 + \frac{Q_x' v}{c_0^2}\right)}; \quad Q_z = \ldots$$

C'est la règle d'addition cherchée; toutes les vitesses Q sont exprimées en km/sec.

Considérons une onde lumineuse sphérique rapportée à la voie (système S). Nous pouvons la représenter par :

$$(5) \qquad Q_x^2 + Q_y^2 + Q_z^2 = c_0^2.$$

Transformons cette expression à l'aide de (b). Nous obtenons :

$$(6) \qquad Q'^2_x + Q'^2_y + Q'^2_z = c_0^2,$$

soit de nouveau une onde sphérique. C'est ici donc qu'Einstein pourrait appliquer sa conclusion. La transformée est une « vraie » sphère, et non une variété à points non simultanés. C'est probablement ce résultat qui a conduit Einstein à formuler sa proposition.

Nous nous trouvons ainsi en présence d'une dualité de forme qui ne laisse pas d'être embarrassante; nous lui vouerons toute notre attention dans un instant. Quoi qu'il en soit, ce n'est pas la « relativité de la simultanéité » qui résoudra la difficulté; elle ne pourra que la masquer. Si, mathématiquement, il est permis de dire que les expressions (1) et (5) sont des expressions analytiques différentes de la *même* onde sphérique, il est par contre impossible de prétendre que les transformées (3) et (6) sont identiques. D'ailleurs, toutes ces relations ne sont pas indépendantes. C'est ce que montrent clairement les figures ci-dessous, qui constituent une représentation graphique remarquable de l'Optique des corps en mouvement.

Le haut de la figure 1 représente une section d'une onde lumineuse en mouvement dans l'hypothèse de l'*émission* de Newton-Ritz. Ici, le

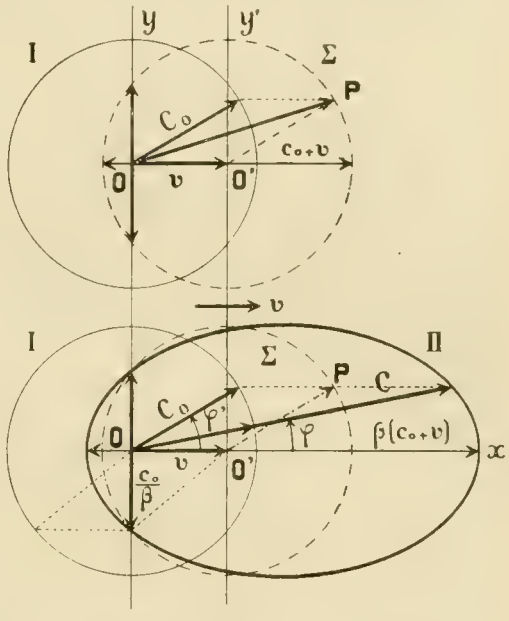


Fig. 1.

centre d'émission est supposé entraîné avec le système-train S', donc animé de la vitesse v par rapport à la voie; il émet alors dans le vide, suivant toutes les directions, des particules lumineuses ayant la vitesse c_0 relativement à S'; au bout d'une seconde, celles-ci se trouvent sur une sphère analogue à I. Pour l'observateur situé sur la voie, au vecteur $v = OO'$ vient s'ajouter le vecteur $O'P = c_0$; le lieu des points P est la sphère Σ de rayon c_0 et dont le centre O' se déplace avec la vitesse v. La résultante est le vecteur OP.

Le bas de la figure 1, par contre, représente l'onde émise dans l'hypothèse de la transformation de Lorentz. Au lieu de la sphère Σ nous obtenons l'ellipsoïde II que représente l'équation (4). L'équation en coordonnées polaires s'écrit immédiatement. Posons :

$$\frac{du'}{dt} = c' = c_0, \quad \frac{du}{dt} = c, \quad \frac{dx}{dt} = c \cos\varphi.$$

La transformation de Lorentz, dérivée par rapport à t, donne alors directement :

$$(7) \qquad c = \frac{c_0}{\beta(1 - \alpha \cos\varphi)}.$$

La résultante c est plus grande que OP : il y a *sur-entraînement*. Il serait facile de montrer que cet ellipsoïde n'est autre que la sphère Σ déformée dans la direction du mouvement suivant le rapport β; il en est la figure *affine*, l'axe Oy étant un axe d'affinité. Le centre de l'ellipsoïde se meut avec la vitesse βv, et tout le parallélogramme est lui-même étiré dans ce rapport. L'ellipsoïde vitesse $-v$ par rapport à S'. On écrira dans ce cas :

$$Q'_x{}^2 + Q'_y{}^2 + Q'_z{}^2 = \frac{c_0{}^2}{n^2};$$

c'est la sphère III. L'onde résultante pour l'observateur lié à S est représentée par l'ellipsoïde IV. On voit qu'ici aussi il y a *sous-entraînement*, puisque la résultante est OM au lieu de

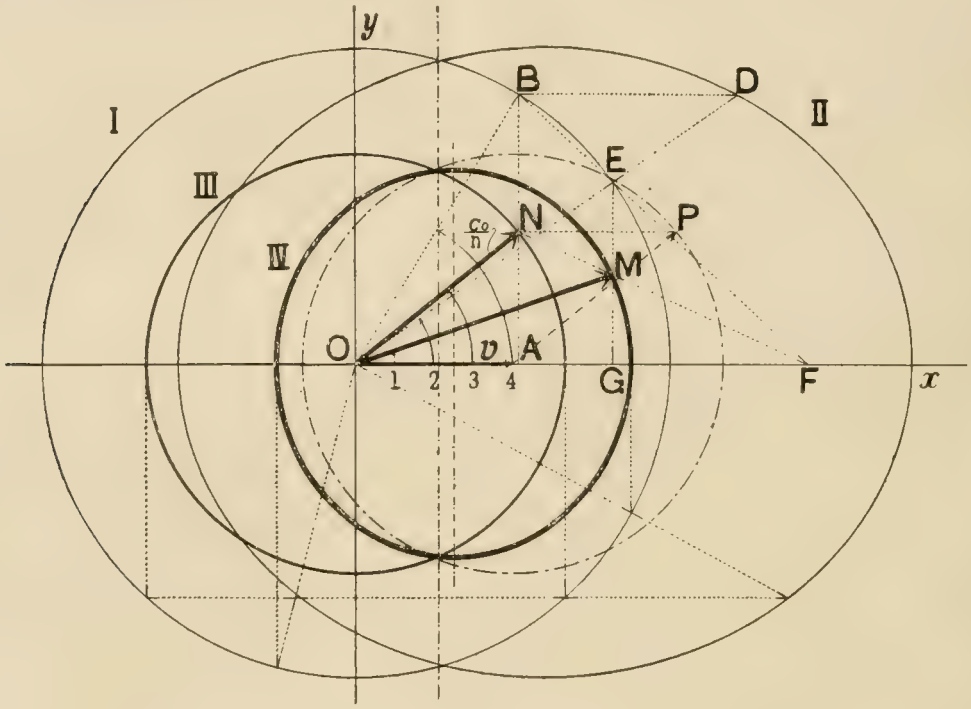


Fig. 2.

permet de construire immédiatement les angles d'aberration φ et φ', qui satisfont à

$$\cos\varphi = \frac{1 + \alpha\cos\varphi'}{\alpha + \cos\varphi'}. \tag{8}$$

Appliquons maintenant la règle d'addition des vitesses (b) à la sphère I. Cette dernière sera représentée par l'équation (6), tandis que la tranformée résultera de l'équation (5) ; c'est également une onde sphérique dont le méridien se confond avec le cercle I de la figure. L'angle d'aberration correspondant à φ' est encore φ; par contre, la résultante n'est plus c, mais seulement la portion de c comprise entre l'origine O et le cercle I ; elle a encore c_0 pour valeur ; elle est donc plus petite que OP : il y a *sous-entraînement*.

La figure 2 représente le cas général des formules (b). On l'obtient aisément en supposant que les deux systèmes, au lieu de se déplacer dans le vide, se meuvent dans un milieu matériel ayant un indice de réfraction n. On admettra par exemple que le système S' est fixe dans la mer, tandis que S est lié à un sous-marin animé de la OP. D'ailleurs la partie du petit axe comprise entre la courbe et l'origine O a pour valeur dans la direction positive :

$$c_0 \frac{1 + \alpha n}{n + \alpha} = \frac{c_0}{n} + v\left(1 - \frac{1}{n^2}\right) + \ldots$$

et l'on retrouve le coefficient d'entraînement partiel de Fresnel. Mais il est à remarquer qu'avec la transformation de Lorentz, l'entraînement n'apparaît partiel qu'à l'observateur en mouvement relativement au milieu d'indice n ; pour l'observateur immobile dans ce milieu, tout se passe comme si l'entraînement était toujours total, puisque la vitesse de la lumière est alors constamment $c_0 : n$ et jamais $(c_0 : n) - (v : n^2)$ comme l'admettait Fresnel lorsque le milieu avait lui-même la vitesse v par rapport à l'éther. C'est là une différence essentielle qu'introduit la relativité provenant de la structure symétrique de la transformation de Lorentz, et qui a conduit Einstein à rejeter l'existence d'un éther analogue à un milieu matériel.

On pourrait voir que le conjugué M de N satisfait à la proportion :

$$GM : GE = AN : AB,$$

ce qui permet une construction simple des résultantes dans les différentes directions. Lorsque n tend vers l'unité, les deux surfaces III et IV viennent se confondre avec la sphère I.

La figure 1 montre d'une façon saisissante en quoi la Théorie de la relativité restreinte diffère de la théorie de l'émission, basée sur la règle du parallélogramme, et pourquoi la tentative de Ritz était vouée à un échec certain. L'entraînement partiel de Fresnel résulte en effet de la *déformation* même du parallélogramme, de sorte qu'il est impossible de tirer celle-là de celui-ci [1].

III

Dans les paragraphes précédents, nous avons appris à connaître les deux formules qui dominent, peut-on dire, toute la Théorie de la relativité restreinte. Or, ces formules conduisent à des résultats d'apparence contradictoire. Suivant la transformation de Lorentz, il y aurait, dans le vide, sur-entraînement des mouvements ; suivant la règle d'addition des vitesses, il y aurait au contraire sous-entraînement. L'invention du temps « relatif » fut d'une suprême habileté pour tenter la conciliation de ces contraires. Malheureusement, elle n'a servi de rien, et les paradoxes n'ont fait que s'accumuler. Remarquons d'ailleurs qu'il n'y a contradiction que dans les interprétations des formules (a) et (b). Leur parfaite compatibilité est démontrée par le fait même qu'elles conduisent à un graphique qui les englobe simultanément. On peut dire que la transformation de Lorentz est à la règle d'addition des vitesses, ce que les coordonnées homogènes sont aux coordonnées ordinaires, ce qu'une sphère est à sa projection — sa « carte » — sur un plan. L'identité entre les deux objets pourra tour à tour être considérée comme parfaite ou comme imparfaite, et les plus curieux paradoxes surgiront selon le point de vue adopté.

Nous avons affaire à des *correspondances homographiques*, mais d'ordre cinématique et non géométrique, et c'est ce qui nous dérange si fort lorsque nous voulons les concilier avec des représentations spatiales.

Mais, objectera-t-on, l'expérience ne peut-elle trancher le différend, bien mieux, ne s'est-elle pas prononcée en faveur de la constance *absolue* dans les mémorables recherches des physiciens américains Michelson et Morley ? La réponse doit être négative, et ce serait une erreur de croire que cette expérience entraîne la constance absolue comme conséquence nécessaire. La raison en est simple. Pour connaître cette vitesse, Michelson et Morley utilisent un dispositif où la lumière parcourt des chemins *fermés*. Un premier rayon part d'un point A, va se réfléchir sur un miroir placé en un point B et revient en A ; il a donc effectué le trajet fermé ABA. Un second rayon parcourt semblablement un trajet fermé ACA, et l'on s'arrange de manière qu'à leur retour en A les rayons interfèrent. C'est l'observation des franges ainsi obtenues qui devrait révéler des différences dans la vitesse de la lumière selon les orientations données aux chemins AB et AC. Pour fixer les idées, supposons que le système S′ représente l'éther et le système S la Terre, dont la vitesse de translation relativement à S′ serait $-v$. La relation (7) nous donne alors pour S, et suivant une direction quelconque φ, la vitesse c d'un rayon qui possède la vitesse c_0 dans l'éther. Le temps de parcours d'une longueur AB $= d$ dans S a pour valeur :

$$t_{AB} = \frac{d}{c(\varphi)} = \frac{d}{c_0}\beta(1 - \alpha\cos\varphi)$$

tandis que le temps nécessaire au retour est :

$$t_{BA} = \frac{d}{c(\varphi + \pi)} = \frac{d}{c_0}\beta(1 + \alpha\cos\varphi).$$

La durée totale est par suite :

$$t = t_{AB} + t_{BA} = 2d\Big/\sqrt{c_0^2 - v^2}.$$

Cette durée est donc constante quelle que soit l'orientation que l'on donne à AB ; il y a exacte compensation entre l'avance que le rayon prend à l'aller et le retard qu'il subit au retour, et cette compensation provient d'une propriété de l'ellipse. L'expérience ne peut donc trancher la question, et tout se passe comme si la vitesse de la lumière était constante absolument.

Pourra-t-on jamais trouver un expérience qui mette fin au différend ? A l'avenir de répondre. Pour l'instant, nous proposons d'utiliser l'image mathématique suivante, qui possède l'avantage de rester sur le terrain de la relativité pure, ce ce qui est naturel puisqu'il ne s'agit ici que de systèmes galiléens, c'est-à-dire au repos ou en mouvement uniforme par rapport au système absolument fixe de Newton. On considérera les systèmes S et S′ comme des *milieux continus* se pénétrant intimement, tels deux gaz qui diffusent l'un dans l'autre. La source sera un

1. Sur les difficultés que présentent la notion d'« explication » et la méthode qui consiste à tirer le « complexe » du « simple », nous signalerons l'étude profonde de M. J.-H. Rosny aîné ; *Les Sciences et le Pluralisme*, qui vient de paraître dans la *Nouvelle Collection scientifique* de M. Emile Borel (F. Alcan, éditeur).

centre d'ébranlement dans le milieu S′ par exemple, à l'origine O′ sur la figure 1. Par un semblable centre, nous n'entendrons pas spécialement une source matérielle d'énergie rayonnante, mais plus généralement une très petite *portion d'onde* lumineuse, comme celle que l'on considère dans le principe d'Huyghens, et nous appellerons N′ la fréquence de la lumière qu'il émet par rapport à S′ avec la vitesse c_0 dans toutes les directions. Au bout d'une seconde, l'onde sera donc une sphère de rayon c_0, analogue à I. Pour le milieu S, le centre O′ constituera une source lumineuse en mouvement avec la vitesse v; il émettra donc dans S des rayons de fréquence N différente de la fréquence N′, et l'on sait qu'entre celles-ci la théorie donne la relation :

$$N' = N\gamma(1 - \alpha\cos\gamma);$$

cette relation, multipliée par (7), conduit à :

$$N : c = N' : c'.$$

C'est là une expression générale remarquable de l'effet Doppler-Fizeau pour le vide [1]. La vitesse résultante c (fig. 1) n'est alors qu'une vitesse *instantanée*, au moment de l'émission, une manière de vitesse de passage d'un milieu dans un autre, et qui ne fait que conditionner les nouvelles fréquences. Une fois émise dans S, la lumière reprend sa vitesse de propagation c_0 suivant toutes les directions, de sorte que ce serait toujours cette vitesse que nous mesurerions, conformément à l'hypothèse faite dans la Théorie; les changements de vitesse ne laisseraient de modification que dans les fréquences.

En définitive, tout se passera comme si la vitesse de la lumière était absolument constante. Nous retrouvons les résultats connus, mais avec une modification profonde dans la manière de les concevoir. En particulier, le phénomène de Doppler-Fizeau, qui, de sa nature même, présuppose une variation dans la vitesse de propagation, trouverait une explication satisfaisante.

Cette façon schématique de se représenter les phénomènes ne constitue nullement une hypothèse physique, et nous tenons à insister sur ce point. Elle forme simplement un langage permettant de décrire commodément les graphiques donnés ici, lesquels ne sont eux-mêmes que des représentations des formules de la cinématique de la Théorie restreinte, en définitive des propriétés de l'équation de d'Alembert. Cette cinématique peut, dès lors, prendre place à côté de l'Optique géométrique et de l'Optique cristalline, où les constructions remarquables de Huyghens et de Fresnel à l'aide de surfaces d'onde ne présupposent même pas l'hypothèse ondulatoire.

Quant à pénétrer la nature intime des phénomènes que synthétise la transformation de Lorentz, autrement dit à connaître le mécanisme même des échanges entre l'Energie rayonnante et la Matière symbolisée par les systèmes S et S′, c'est une question d'ordre différent, qui doit rester indépendante de l'interprétation purement géométrique que nous envisageons ici.

On aura remarqué que nous n'avons fait usage nulle part de la « contraction » de Lorentz. Aussi bien, pour retrouver les résultats fondamentaux de la Théorie de la relativité restreinte, cette « contraction » ne se présente plus dès que l'on abandonne la « relativité de la simultanéité ».

Edouard Guillaume,
Docteur ès Sciences (Berne).

1. Dans un milieu d'indice n, les phénomènes seraient beaucoup plus compliqués. Nous ne nous en occuperons pas ici.

LES ADAPTATIONS ÉTHOLOGIQUES CHEZ LES CRUSTACÉS

(ÉTUDE DE BIOLOGIE MORPHOLOGIQUE)

I. — Polymorphisme des Crustacés et grande diversité de leurs habitats

La vaste classe des Crustacés — si homogène en un certain sens — présente cependant une extraordinaire variabilité dans la forme extérieure : c'est d'ailleurs cette richesse infinie de types qui rend si passionnément attachante l'étude de ce groupe. Cette diversité morphologique est liée à la diversité même des habitats et des genres de vie. Peu de classes dans l'échelle zoologique peuvent — ou ont pu — sur ce point rivaliser avec les Crustacés; les Reptiles mésozoïques et les Mammifères tertiaires et actuels peuvent seuls être comparés aux Crustacés quant à la multiplicité des adaptations à des milieux différents.

L'habitat par excellence des Crustacés est bien certainement l'eau salée. Aussi est-ce dans les bassins océaniques que l'on rencontre

les faunes carcinologiques les plus puissantes. A tous les niveaux bathymétriques, sous toutes les latitudes, sur tous les substratums, des rochers de la zone intercotidale aux vases molles des grands fonds, et de la surface ensoleillée aux ténébreux abîmes des fosses océaniques, partout s'est établi le Crustacé, merveilleusement adapté aux différentes stations qu'il occupe, ici fouisseur, là nageur, là-bas sauteur, et plus loin sessile.

Si les eaux marines sont l'habitat de prédilection des Crustacés, il s'en faut de beaucoup qu'on les y trouve confinés. Les eaux saumâtres, les estuaires, les lagunes en communication temporaire avec la mer sont autant de milieux spéciaux auxquels se sont accommodés des Crustacés, formes spéciales à ces faciès ou formes marines peu ou pas transformées[1].

Les eaux courantes, elles aussi, sont l'habitat normal d'une foule de Crustacés (*Potamonidæ*, p. ex. *Telphusa fluviatilis* du bassin méditerranéen, nombreux *Astacidæ*). Les bassins lacustres, les mares, les étangs possèdent en commun un grand nombre d'espèces avec les eaux courantes (Cladocères, Copépodes, p. ex.). Certains types leurs sont cependant propres et, si la présence d'une caprelle dans le lac de Genève n'est pas certaine, il n'en est pas moins vrai qu'on pourrait citer une foule d'Amphipodes et d'Entomostracés spéciaux aux dépressions lacustres. Les mares intermittentes sont célèbres par l'apparition subite et la rapide évolution à partir de l'œuf des *Apus* et des *Branchippes*. Si la faune dulçaquicole est en somme — tout au moins en comparaison de la faune marine — pauvre en espèces — elle est par contre très riche en individus : qu'on songe à la fréquence des Cyclops et à l'ubiquité des Daphnies ! A côté de types très évolués, les eaux douces renferment des éléments primitifs, archaïques, qui s'y sont « réfugiés » et ont pu à ce prix subsister jusqu'à nos jours : c'est le cas des curieux Syncarides des lacs australiens et tasmaniens. L'*Anaspides tasmaniæ* et le *Koonunga cursorius* sont, comme l'a montré Calman, les héritiers directs des *Gampsonyx* du Carbonifère.

Le milieu terrestre est infiniment plus pauvre en Crustacés que le milieu aquatique. Certaines formes sont d'ailleurs plus au moins amphibies : leur respiration reste branchiale, mais un dispositif particulier leur permet d'emmagasiner une certaine quantité d'humidité autorisant un séjour plus ou moins long hors de l'eau. Le « tourlourou » ou « crabe peint » des Antilles (*Gegarcinus ruricola*), malfaisant pour les jeunes cannes à sucre, est un type bien connu[1]. Quant au *Birgus latro*, grand pagure adapté à la vie terrestre, il est connu par son goût pour les noix de coco qu'il sait, paraît-il, admirablement ouvrir. Aux Etats-Unis, une écrevisse (*Cambarus Diogenes*) se creuse des terriers parfois très loin de toute rivière. Sur nos côtes, dans la zone supralittorale vivent des Crustacés caractéristiques de ce niveau : un Brachyure (*Grapsus marmoratus*) et des Amphipodes (*Talitrus* et *Orchestia*). Ces genres, en particulier dans l'hémisphère sud, se rencontrent souvent à plusieurs centaines de mètres, voire à mille mètres au-dessus du niveau de la mer. Des modifications importantes dans l'appareil respiratoire permettent enfin à certains Crustacés de respirer l'air en nature (*Oniscoidea*). Les espèces de ce groupe recherchent cependant — malgré leur différentiation anatomique avancée (pseudo-trachées) — les endroits sombres et humides.

Seul, le milieu purement aérien — celui où triomphent les Oiseaux, les Cheiroptères et les Insectes — est complètement étranger aux Crustacés. Il est cependant des cas où des Crustacés peuvent se trouver passer un certain temps dans l'air. Des causes purement mécaniques (le vent) ont pu soulever et transporter loin de leur point d'origine une certaine quantité d'*Apus*. Mais ce sont le plus souvent des causes organiques qui entraînent dans les airs des Crustacés ; des parasites peuvent être emportés avec leur hôte ; c'est le cas du parasite (*Penella exocœti*) du poisson-volant (*Exocœtus volitans*, *E. speculiger*)[2]; des œufs de phyllopodes peuvent être transportés d'un étang à l'autre par les palmures des pattes de Lamellirostres : on a même trouvé sur les caudales d'un oiseau une larve de cirripède au stade cypris (*Ornitholepas australis*)[3].

II. — La distribution des faunes carcinologiques aquatiques

En présence d'un si grand nombre de types correspondant à une telle multiplicité d'adaptations, il paraissait intéressant de grouper quelques observations d'ensemble tendant à réduire à un certain nombre de types bien délimités — types imposés et définis par un mode de vie particulier — les aspects si variés de la classe des Crustacés. Une telle étude montrera la dépen-

1. On trouve fréquemment dans les estuaires et même dans les eaux relativement dessalées des *Carcinus mœnas*, des *Palæmon serratus*, etc.

1. A Mahableshwar, dans l'Inde, on a trouvé des *Gegarcinus* à plus de 1.300 m. (4.500 feet.) H. Woodward : *Encyc. Brit.*, art. *Crustacea.*, 1878.

2. Cf. W. T. Calman : The parasite of the flying-fish. *West Indian Bulletin*, vol. XV, n° 2.

3. Observation de Targioni Tozzetti, 1872. Cité par Stebbing : *Encyc. brit.*, 1902. Art. Thyrostraca.

dance si étroite qui existe entre le mode de vie d'un être et sa morphologie ; quant au déterminisme même de cette morphologie, nous l'entreverrons en montrant que des types distants — phylétiquement parlant — peuvent, par « convergence », présenter des caractères identiques, s'ils adoptent un même habitat ou un régime commun, alors que de proches parents — voire des cousins — peuvent, par suite de mœurs divergentes, présenter des aspects extrêmement différents[1].

Mais, avant de commencer cette étude, il nous faut nous arrêter quelque peu sur des questions d'ordre général. Au premier abord, il semblerait logique et facile de se conformer au schéma classique et de passer successivement en revue les types divers (et partant les adaptations à un milieu donné) des Crustacés planctoniques, nectoniques et benthiques. En réalité, cette méthode est inapplicable, étant donné que nous envisageons ici tout particulièrement la forme générale et non la disposition particulière de tel appendice ; nous pourrions dire facilement : tel peréiopode est ici natatoire, ici conformé pour la marche, mais il nous est souvent impossible d'énoncer que tel type est lié à tel genre de vie : comme nous le verrons, en effet, le type *caridoïde*, caractérisé par sa forme extérieure, se rencontre aussi bien sur le fond qu'en surface. Il faudra donc adopter une première division en « types » dont il s'agira alors de déterminer l'habitat.

Une autre difficulté résulte de l'existence, à la surface de la mer, de corps flottants (algues, zostères auprès des côtes, débris ligneux, etc.) : ces matériaux sont l'objet d'une intéressante localisation faunique[2] comprenant des types ordinairement bathyaux (Caprelles, certaines Idotées, Actinies, — certains Brachyures sont dans d'autres régions fréquemment rencontrés dans ces stations). — Faudra-t-il les classer dans la faune pélagique ? Il ne le semble pas, car la présence de ces types est évidemment liée à l'existence fortuite et passagère de débris en surface : ils ne sauraient à aucun titre faire partie de la faune pélagique vraie (« euplanctonique ») et on leur pourrait attribuer le terme de formes « pseudo-planctoniques ». Seraient aussi « pseudo-planctoniques », pendant une partie de leur vie tout au moins, les Hypériens commensaux des Acalèphes, des Leptoméduses et des Salpes.

Un troisième point délicat est la distinction d'une faune de Crustacés « nectoniques » : il s'agirait en effet de Crustacés nageurs — vivant toujours entre deux eaux et possédant une zone d'action comparable à celle des Céphalopodes décapodes et de l'immense majorité des Poissons. On rencontre en effet, grâce au perfectionnement des engins de capture bathypélagiques, une faune de Macrures et de Copépodes qui répondraient à la définition d'une faune nectonique si l'on pouvait affirmer que ce sont des formes toujours caractéristiques du niveau envisagé, ni descendues de la surface ce qui est fréquent, ni montées du fond et n'y descendant pas. Quoi qu'il en soit, ce mode de vie — au point de vue qui nous occupe ici — ne donne pas lieu à des types de morphologie externe bien définis, ce qui nous autorise à ne point distinguer de faune nectonique individualisée, pour les Crustacés tout au moins[1].

III. — Les grands types de morphologie externe et leur localisation[2]

En possession des notions précédemment énoncées, nous pourrons maintenant faire un effort de synthèse et tâcher de réduire à un certain nombre de *types* définis l'étourdissante variété de formes que nous présente la classe des Crustacés.

La notion de « *type* » adoptée ici devra être à la fois bien délimitée et suffisamment large pour admettre sous un même titre des animaux souvent au premier abord très dissemblables, mais évidemment attribuables à la même architecture générale : malgré le peu de ressemblance qui

1 Des travaux analogues, du plus vif intérêt, ont été publiés sur la morphologie externe des Oiseaux (A. A. Allen : « The bird as a flying machine », « Structure and habit », « The implements of birds ». *Bird-lore*, vol. XXIII, n° 1 et 2 (1921). La forme extérieure et l'ostéologie des Vertébrés ont fait l'objet d'études du même genre (O. Abel : Grundzüge der Paleobiologie der Wirbeltiere, etc.).

2. J'ai eu l'occasion de l'étudier — pendant la mission océanographique du « *Mistral* » (1920) et celle du « *Pétrel* » (1921) — dans le bassin intérieur de l'archipel des Glénans.

1. En réalité, il conviendrait d'étendre la province « pélagique » plus qu'on ne le fait généralement et de distinguer dans toute faune marine (littoral excepté) deux grands ensembles :

1° une faune d'animaux sessiles ou fouisseurs, ou rampants, ou marcheurs, ou sauteurs, étroitement liés à la présence du substratum ;

2° une faune d'animaux nageurs pouvant dans certains cas se subdiviser en zone des nageurs profonds (necton) et zone des nageurs de surface (plancton).

Conformément à ces observations, nous pourrions schématiser de la façon suivante les grandes divisions bathymétriques qui règlent la distribution de la vie animale dans les mers (ou dans un bassin lacustre suffisamment profond) :

1. necton *sensu lato* { plancto-necton, bathy-necton ;
2. benthon (avec ses subdivisions).

2. Nous laisserons de côté les parasites (internes et externes) et même les formes fixées sur un support inorganique (Cirripèdes). La considération de ces formes nous entraînerait trop loin. Ces types présentent des modifications si variées et si profondes qu'on chercherait souvent en vain — dans leur morphologie externe — un rappel des caractères carcinologiques normaux (Lernéides, Rhizocéphales, certains stades d'Epicarides).

existe entre un *Scyllarus* et un *Palæmon*, il est impossible de n'y point voir des représentants d'un même type, « *caridoïde* », mais que des adaptations différentes ont obligé à une appréciable divergence. C'est dire que sous le titre de « *type* » nous comprendrons souvent toute une série de formes qui, malgré leurs dissemblances, se rattachent à un type de structure commun, imposé d'ailleurs par un genre de vie donné. La notion même de types déterminés par une adaptation spéciale à tel ou tel mode d'existence écarte toute idée de mêler à cette étude des préoccupations phylogénétiques : il est trop clair que si la chauve-souris, l'oiseau et le ptérodactyle volent, ils ne sont en aucune façon liés phylétiquement : c'est un simple cas de convergence accidentelle due à un genre de vie identique. Des faits de même nature se rencontrent parmi les Crustacés.

1. *Type calanoïde*[1]. — Cette forme est caractérisée par l'allongement antéro-postérieur, l'absence de compression donnant lieu à un corps à peu près cylindrique, la terminaison, en pointe

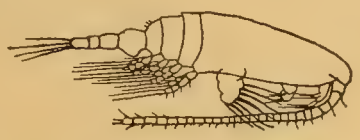


Fig. 1. — *Type calanoïde* (Copépode).

plus ou moins accusée, de la partie antérieure. Citons aussi la présence fréquente d'une fusion céphalothoracique augmentant la rigidité des deux premières divisions du corps, suivies dans ce cas d'un abdomen cylindrique, mais d'un diamètre bien inférieur à celui du céphalosoma et du métasoma. Le type *calanoïde* est, dans son essence, franchement pélagique. Il est adapté à une nage horizontale : l'organe propulseur est souvent une paire d'antennes dont les mouvements d'avant en arrière, brusques et saccadés, font bondir l'animal à travers l'eau. Si l'on néglige l'action des pattes, la nage d'un Copépode typique est comparable au vol si caractéristique du pic-vert (*Gecinus viridis*), dont les brefs battements d'ailes précèdent (et suivent) à une cadence régulière des périodes de vols planés.

Le type *calanoïde* franc comprend l'immense majorité des Copépodes libres et tous les Copépodes nageurs adultes (fig. 1). On peut aussi lui attribuer un Cladocère, le curieux *Leptodora hyalina*. Certaines larves d'Edriophtalmes arrivent — pendant leur vie pélagique — à simuler par convergence le type *calanoïde :* telles sont par exemple les jeunes de la famille des *Gnathiidæ*, qui possèdent pendant leur vie libre une

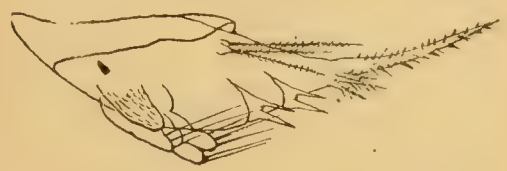


Fig. 2. — *Type calanoïde* (nauplius de Copépode).

tête conique et un corps cylindrique bien éloigné de l'aplatissement dorso-ventral généralement caractéristique des Isopodes. Signalons enfin certains nauplius aberrants de Copépodes que, malgré la présence d'une duplicature dorsale de la peau du céphalothorax et l'absence d'abdomen (remplacé, il est vrai, au point de vue équilibre par de forts aiguillons), nous pouvons attribuer au type *calanoïde* (fig. 2).

2. *Type polyphémoïde.* — Corps globuleux, ovalaire, ou triangulaire à sommet postérieur. Tendance à la concentration des appendices locomoteurs (antennes surtout) dans la région

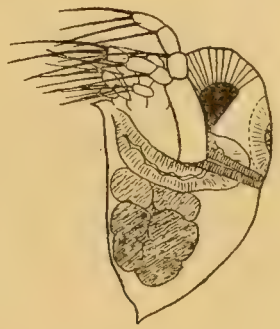


Fig. 3. — *Type polyphémoïde.*

céphalique. Nage verticale ou oblique par rapport à la surface (cette modalité paraît déterminée par des raisons statiques, le poids des embryons, chez les femelles gravides, tendant à incliner vers le bas la vaste poche incubatrice).

Ce type, nageur pur, est limité au groupe des Cladocères, encore qu'ils ne comprennent pas tous les représentants du groupe : citons seulement ici les *Daphnia*, les *Evadne* (fig. 3), les *Podon*.

3. *Type scapholébéroïde.* — A ce type se rapporte un Cladocère bien curieux : *Scapholeberis mucronata*. Il est évident qu'on trouverait dans le groupe d'autres représentants de ce type. C'est un Cladocère typique, mais dont le profil

1. Cette énumération ne prétend pas être complète, car il est certain que bien des formes aberrantes nécessiteraient la création de types nouveaux ; cependant les grandes directions d'évolution chez les Crustaces sont citées ici. Tous les passages existent d'ailleurs entre les divers types décrits.

abdominal est rectiligne : cette particularité est en rapport avec le mode de vie de l'animal et M. Scourfield a montré comment les *Scapholeberis* sont capables de circuler à la renverse sous la surface de l'eau, comme font les mouches au plafond.

4. *Type branchippoïde.* — Autre exemple de Crustacé adapté à la nage sur le dos, mais celui-ci nage à toutes profondeurs et non pas à la surface seulement. Le type est allongé, segmenté

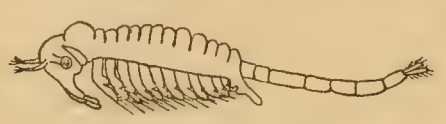


Fig. 4. — *Type branchippoïde.*

en un grand nombre d'anneaux mobiles ou plutôt flexibles les uns sur les autres, ce qui permet au corps d'adopter une courbure, caractéristique des branchippes qui nagent.

Ce type très spécial n'existe que chez les phyllopodes du groupe des *Anostraca* (*Chirocephalus*, etc.) (fig. 4).

5. *Type lépiduroïde.* — Ici nous avons affaire à des Crustacés dont le caractère essentiel est de posséder un bouclier céphalo-thoracique présentant un aplatissement dorso-ventral et un abdomen sans appendices, de forme et d'étendue variable. Les éléments du mérome appendiculaire (sauf ceux qui sont spécialisés dans une direction sensorielle ou masticatoire) vibrent dans des plans perpendiculaires à la direction d'aplatissement.

Ce type *lépiduroïde*, qui comprend des formes nageuses, se rencontre dans les eaux douces (pluviales le plus souvent) : *Apus*, *Lepidurus*, et dans la mer : formes larvaires planctoniques d'*Euphausiacea* que l'aplatissement de la carapace semble écarter du type *caridoïde*.

6. *Type arguloïde.* — Vaste bouclier céphalothoracique à aplatissement dorso-ventral. Abdomen réduit et foliacé, ou absent. Les appendices

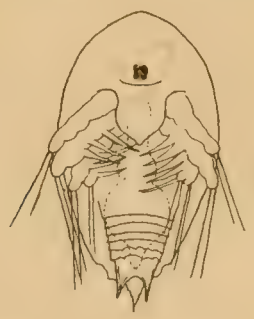


Fig. 5. — *Type arguloïde.*

natatoires vibrent dans un plan parallèle au plan de compression de la carapace.

Ce type peu répandu est représenté dans les eaux douces par les formes semi-parasites et nageuses du groupe des *Branchiopoda* (*Argulus*, etc.) et dans la mer par une catégorie aberrante de nauplius de Cirripèdes signalée par Hansen. J'ai retrouvé dans des pêches pélagiques opérées par moi au cours de l'été 1920 et 1921, au large de la côte Sud du Finistère, deux types de ces curieuses larves cuirassées, probablement nauplius d'Apodes (fig. 5).

7. *Type nauplioïde.* — A différentes reprises nous avons signalé des nauplius se rapportant à tel ou tel type de morphologie : l'immense majorité cependant des nauplius de Crustacés présentent assez de caractères communs pour autoriser la création d'un type *nauplioïde*. Ce type — qui embrasse plus de formes que le terme de nauplius quand il n'est défini que par le nombre et la morphologie des appendices — possède une forme générale triangulaire, ce qui signifie non pas que la forme du bouclier soit toujours un triangle comme chez les nauplius de Cirripèdes, mais que, même quand le bouclier est ovale ou

Fig. 6. — *Type nauplioïde.*

circulaire, la taille des appendices[1] diminue d'avant en arrière. Si l'on suppose que les appendices soient dirigés normalement à l'axe longitudinal du corps, l'ensemble du nauplius pourra être inscrit dans un triangle à sommet postérieur. Le dit sommet sera d'ailleurs fréquemment reporté très en arrière par l'existence d'épines dépendant soit de la carapace, soit de l'armure furcale (fig. 6).

Le type *nauplioïde* est franchement nageur : c'est le type larvaire le plus caractéristique de la classe des Crustacés, et qui se trouve à l'origine de tous les développements sans incubation. C'est l'observation de cette larve qui a permis d'attribuer définitivement les Anatifes et les Balanés au groupe des Crustacés. Quant à l'importance phylogénétique du stade nauplius, ce n'est

1. Tout au moins à partir de la deuxième antenne.

pas ici le lieu de la discuter : s'agit-il réellement d'une forme ancestrale, ou le nauplius n'est-il que la résultante, dans des groupes d'origines différentes, de conditions biologiques (milieu, etc.) identiques ?

8. *Type cythéroïde.* — Occupant une place tout à fait à part parmi les Crustacés, le type *cythéroïde* est aisément caractérisable par l'existence d'une carapace formée de deux valves qui enferment le corps tout entier. Une semblable morphologie se rencontre dans trois groupes : les Phyllopodes conchostracés, les Ostracodes, les Cirripèdes. Ces derniers ne passent que temporairement par un type *cythéroïde*, au cours de leur évolution larvaire : c'est le stade cypris, si

Fig. 7. — *Type cythéroïde.*

caractéristique des larves de Cirripèdes. Chez les Ostracodes, au contraire, le type *cythéroïde* est permanent et exclusif (fig. 7). Parmi les Phyllopodes, le groupe des Conchostracés (*Estheria*, *Limnadia*) possède les caractères du type *cythéroïde*. Ce type est d'ailleurs, à de rares exceptions près, lié à la présence du fond : ce sont des formes benthiques, mauvaises nageuses. On objectera que les cypris de Balanes ou de *Lepas* sont des types pélagiques : cela est vrai, mais ce sont des larves au bout de leur évolution planctonique et qui, au bout de très peu de temps, se fixent sur un rocher ou un corps flottant pour y subir la métamorphose qui les transformera en adulte. Le seul cas de type *cythéroïde* franchement pélagique d'une façon *peut-être* permanente est celui de quelques rares Ostracodes (*Conchoecia*, *Philomedes*)[1].

9. *Type apseudoïde.* — Est caractérisé par un corps allongé, cylindrique ou sub-cylindrique, sans individualisation d'un céphalothorax : il n'intervient que des fusions de peu d'étendue entre la tête et les premiers somites du pereion. Pattes marcheuses. Formes adaptées à la vie benthique, à la reptation. Quelques Amphipodes et un nombre considérables d'Isopodes devraient être cités ici. Nommons seulement les genres *Tanais*, *Leptochelia*, *Apseudes*, *Gnathia* et *Paragnathia*, *Idotea* p.p.[1].

10. *Type cirolanoïde.* — Ce type, répandu à profusion à travers le groupe des Isopodes[2], est très polymorphe et on le voit passer aux types voisins (*apseudoïde*, *caprelloïde*). Tel qu'il est représenté dans les genres tout à fait typiques (*Cirolana*, *Eurydice*, *Anilocra*), il est caractérisé par une forme générale ovale sans individualisation céphalique quelconque : les yeux sont primitivement écartés, mais leur développement

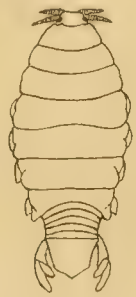


Fig. 8. — *Type cirolanoïde.*

parfois énorme les amène alors au contact (*Aega monophtalma*). Ces formes, quoique nettement benthiques, sont vagiles, circulent aisément, peuvent parfois nager facilement. Certaines vivent dans les algues, d'autres sont ectoparasites sur des poissons (*Anilcocra mediterranea*)[3] (fig. 8). Le type *cirolanoïde* est susceptible de fortes variations : parfois l'ovale s'allonge dans le sens antéro-postérieur (*Conilera*, *Idotea* p.p.) ; parfois il s'élargit dans le sens transversal (*Jaera*, *Cymodocea*, *Næsa*, *Campecopea* et surtout *Dynamene* et *Sphaeroma* qui contient des espèces presque aussi larges que longues). Le type *cirolanoïde* contient les seuls Crustacés parfaitement adaptés à la vie terrestre et à la respiration de l'air en nature (*Oniscidae* avec les genres *Lygia*, *Porcellio*, *Oniscus*, *Armadillo*, etc.).

11. *Type caprelloïde.* — Quoique très différentes les unes des autres, les formes réunies sous ce titre ont en commun un genre de vie spécial, impliquant un même problème. En effet, ce sont tous des habitants soit d'Algues, soit de Bryozoaires dressés, soit d'Hydraires ; la vie dans un milieu ramifié exige la possibilité — pour se

1. « Nur die *Halocypridæ* und ein Teil der *Cypridinidæ* werden freischwimmend gefangen, doch ist die Frage offen, ob sich nicht auch diese Formen fast sämmtlich wenigstens vorübergehend am Meeresgrunde aufhalten. »
G. W. Muller : *Thierreich*. 31. Ostracoda, p. 4.

1. C'est en appendice au type apseudoïde que nous placerions les Stomatopodes adultes.

2. Certaines Copépodes benthiques (*Porcillidium*, etc.) ont par convergence acquis le type cirolanoïde.

3. Plusieurs larves planctoniques d'Epicarides appartiennent cependant à la faune pélagique, mais ce sont des larves, c'est à-dire des types morphologiques non permanents et en cours d'évolution.

mouvoir — de posséder avec le support un certain nombre de points de contact, le plus possible. En face de cette nécessité, deux séries de formes ont résolu le problème de deux façons différentes, mais également élégantes. Cette diversité nous oblige à établir une coupure secondaire dans le type caprelloïde et à y distinguer deux sous-types.

a) *Sous-type protelloïde.* — Les Crustacés que l'on peut ranger ici ont cherché la solution du problème dans un allongement individuel des segments somatiques, ou tout au moins de certains d'entre eux : en effet, alors que chez les *Anthuridæ* un pleon subsiste, à des degrés divers de

Fig. 9. — *Type caprelloïde, sous-type protelloïde.*

réduction, celui-ci est complètement atrophié chez les *Caprellidæ* (fig. 9), tandis que dans le genre *Astacilla* le quatrième segment thoracique est seul démesurément allongé. Quel que soit le procédé employé, ce résultat est identique dans les trois cas. Les pattes offrent, quant à leur longueur relative, des caractères variables : elles sont adaptées à la préhension. Un phénomène de convergence très intéressant à noter est celui qui amène une si frappante similitude d'aspect — causée par une identité de vie — entre les Phasmes (Orthoptères qui vivent dans les buissons) et les Lémodipodes qui habitent les algues[1].

b) *Sous-type munnoïde.* — Ici le problème de la plus grande surface de contact est résolu non par un allongement linéaire d'un corps qui devient filiforme, mais par une extension démesurée des pattes, ce qui donne à certains Crustacés l'aspect d'Arachnides. Le genre *Munna* (fig. 10), si agile dans ses courses à travers les algues, est caractéristique du sous-type. Par convergence, amenée toujours par la communauté de l'habitat, certains Arachnides, les Pycnogonides, sont à rapprocher du sous-type dont ils possèdent l'aspect[2]. Même remarque pour les « poux de baleine » (genre *Cyamus*), qui ont, eux aussi, un contact à conserver, mais cette fois avec une surface plane, ce qui explique chez eux, non seulement l'allongement des pattes, mais l'élargissement transversal et l'aplatissement du corps.

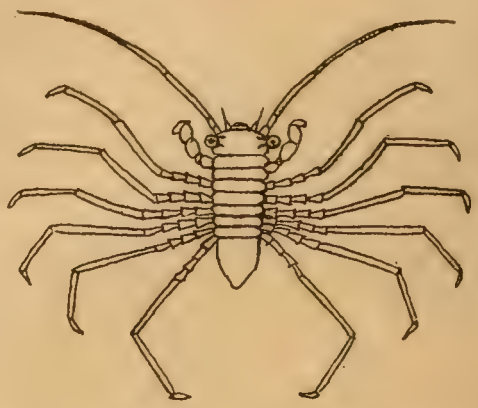


Fig. 10. — *Type caprelloïde, sous-type munnoïde.*

12. *Type gammaroïde.* — De même que beaucoup d'Isopodes (pas tous !) sont aplatis dorso-ventralement, de même la plupart des Amphipodes sont comprimés latéralement. Le type gammaroïde sera essentiellement distingué par cette compression, bien caractéristique

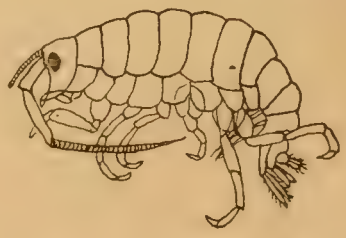


Fig. 11. — *Type gammaroïde.*

(fig. 11). Le type *gammaroïde* est benthique, sauteur, marcheur, nageur parfois, mais toujours lié à la présence d'un substratum, même quand il est pélagique : c'est ainsi qu'on trouve les Hypéries dans l'ombrelle des Acalèphes et les Phronimes dans des *Pyrosoma*, des *Beroe*, des *Doliolum*, des Salpes. Il s'en faut cependant que le type *gammaroïde* soit, comme on l'a longtemps cru, spécial aux Amphipodes. Le groupe des *Syncarida* de Packard et Calman, et le genre *Phreatroicus* qui est un Isopode, peuvent lui être rapportés.

13. *Type caridoïde*[1]. — Ce type, dont l'étude est nécessaire à la compréhension de la morphologie des Malacostracés, est particulièrement bien conservé dans le groupe des Décapodes. Pour le moment, et n'ayant en vue que la forme générale, nous ne ferons pas appel à la forme ou

1. Certains Amphipodes du groupe des *Hyperidea* (genre *Rhabdosoma*) paraissent devoir faire partie du même groupe adaptatif, mais on ignore tout — à ma connaissance tout au moins — de l'éthologie de cette forme curieuse.

2. On peut en dire autant de certains Brachyures aux pattes filiformes et démesurées (*Stenorhynchus*, etc.).

1. « Garneelen-ähnlich » (Ortmann).

au nombre des appendices pour définir ce type. Nous le caractériserons par la présence d'un bouclier céphalothoracique, comprenant la tête et les huit somites du pereion[1], le pléon restant entièrement libre et portant des pattes réduites ou absentes (fig. 12). Le thorax est généralement cylindrique ou comprimé latéralement. La présence d'une dilatation terminale et foliacée du

Fig. 12. — *Type caridoïde* (Décapode).

pléon — formée soit par un telson indivis, soit par le telson auquel s'ajoutent des uropodes — est très caractéristique et différencie le type *caridoïde* d'autres types à carapace (type *lépiduroïde* par exemple).

Le type *caridoïde* est très polymorphe dans sa forme et offre une grande variabilité quant à son éthologie.

Les zoés de Brachyures doivent être citées ici, malgré la forte dilatation de leur carapace, car elles ne possèdent encore ni l'aplatissement

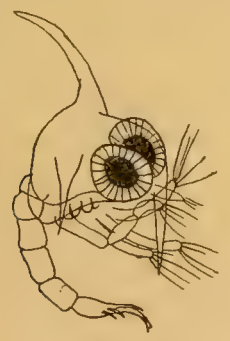


Fig. 13. — *Type caridoïde* (zoé de Brachyure).

dorsoventral de la carapace, ni la réduction et l'atrophie du pléon qui sont caractéristiques du type *carcinoïde* (fig. 13).

Une modification très spéciale dans le type *caridoïde* est la dégénérescence du pléon qu'on rencontre chez les Pagures, qui forment un groupe aberrant, profondément modifié par le genre de vie qu'ils mènent (ils s'abritent dans des tests de Gastéropodes), mais cependant facilement rattachables au type *caridoïde* franc qu'a conservé leur larve. A un moindre degré, les Galathées et les Porcellanes subissent une réduction de l'abdomen, moins complète cependant que chez les Brachyures auxquels les Porcellanes ressemblent d'une manière frappante.

Les *Scyllarus* présentent eux aussi de notables différences par rapport aux *caridoïdes* typiques, tels que les *Palæmon* et les *Palinurus* : ils sont aplatis et une de leurs paires d'antennes est transformée en palettes élargies, peut-être utilisées à fouir le sable.

Cette multiplicité de formes à l'intérieur du type *caridoïde* montre que celui-ci n'est pas lié à un habitat donné et qu'il comprend des représentants marcheurs, nageurs de fond, nageurs de surface : cependant la nage est le mode de locomotion primitif, celui qu'utilisent toutes les larves non incubées et que certaines formes adultes ont secondairement abandonné, mais en gardant généralement, même quand ils sont benthiques (sauf les Porcellanes et quelques autres types), l'aspect général d'un animal nageur : les appendices seuls ont dans ce cas été modifiés[1].

14. *Type nébalioïde.* — Les Leptostracés (*Nebalia, Paranebalia*) forment un groupe bien distinct au point de vue morphologique. Nous avions cru pouvoir les compter au nombre des représentants du type *caridoïde*, malgré l'absence d'homologie dans la segmentation du peréion. Mais la présence d'une carapace bivalve pourvue de muscles normaux au plan sagittal des *Nebalia*, et surtout l'observation de spécimens vivants dont la nage s'est revélée fort analogue à celle des Branchippes, nous autorise à les ranger sous une mention spéciale. Le type *nébalioïde* est exclusivement benthique, mais non pas uniquement littoral, comme on l'a cru : si les *Nebalia* de notre côte océanique sont abondantes sous les pierres de la zone inter-cotidale, elles ne sont pas moins fréquentes sur les fonds algo-rocheux, par 20, 30, 40 m. et certainement davantage.

15. *Type carcinoïde.* — Ce type de structure, vulgarisé par l'observation facile des crabes, des étrilles et des tourteaux, se distingue du précédent par un céphalo-thorax transversalement élargi et par une réduction beaucoup plus avancée — même que chez les Anomures — du pleon qui n'a plus chez l'adulte d'éventail caudal

1. Chez l'adulte : ces segments apparaissent successivement sur des larves qu'il faut déjà considérer comme appartenant au même groupe.

1. Au même type appartiennent les Cumacés, les Mysidacés, les Euphausiacés adultes.

(telson+uropodes). Tous les Brachyures et toutes leurs larves à partir du stade mégalope font partie de ce type *carcinoïde* (fig. 14) : on y pourrait ranger aussi des larves avancées de Galathée, qui présentent les plus grandes analogies avec des mégalopes de Brachyures.

Même ainsi circonscrit, le type *carcinoïde* présente une infinité de formes très remarquables : tantôt la carapace est allongée dans le sens longitudinal (*Leptopodiadæ*, *Maiadæ*), tantôt elle

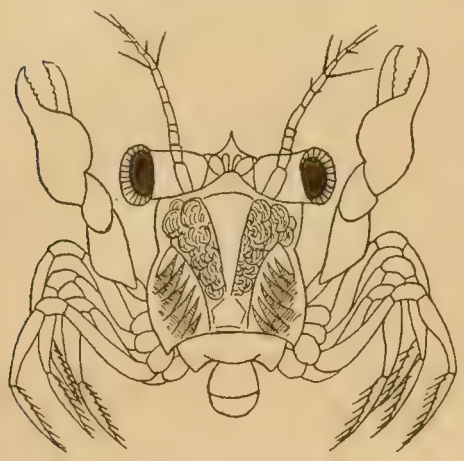


Fig. 14. — *Type carcinoïde.*

est démesurément prolongée sur ses faces latérales par des épines ou des protubérances cylindriques (*Neptunus*, *Ixa*). — La majorité des Brachyures sont marcheurs (ex. *Carcinus mœnas*); d'autres sont nageurs, mais ne s'éloignent guère du fond (un grand nombre de Portunides, dont la dernière paire de pattes a une extrémité largement dilatée en rames) ; d'autres enfin possèdent une pareille disposition aux quatre dernières paires (toutes les « pattes » sauf les pinces) : citons ici les genres *Ranina*, *Matuta*, *Polybius* dont une espèce européenne, le *Polybius Henslowi*, est fréquemment rencontrée loin des côtes. Les formes pélagiques ont certainement des ancêtres benthiques (la mégalope n'est nullement une forme bien adaptée à la vie planctonique comme est la zoé. C'est une larve âgée, qui s'alourdit et ne demande qu'à se cramponner aux algues avec ses jeunes pinces, signe manifeste de son goût pour la vie benthique qu'elle ne va pas tarder à adopter). Mais ces ancêtres benthiques ont, eux, des ancêtres pélagiques, car la zoé, elle, est franchement adaptée à la vie de surface. Il est d'ailleurs infiniment probable que le *Polybius* repasse par ces divers stades dans son ontogénie et qu'il traverse entre la zoé pélagique et l'adulte pélagique (quoique pas de façon permanente) une phase benthique, précédant la transformation des pattes en rames.

IV. — Conclusion

De ce long voyage à travers la classe des Crustacés, nous retiendrons d'abord l'extraordinaire puissance évolutive et adaptative du groupe et sa plasticité surprenante, crée d'ailleurs par l'action du milieu qui façonne les espèces et modèle les formes. On sait que des expériences courtes — en comparaison du temps qu'ont duré les époques géologiques et la lente évolution biologique qui les a accompagnées — ont fait s'évanouir les limites de l'espèce linnéenne et que des changements de salure, par exemple, ont modifié des Phyllopodes, tandis que des variations de température faisaient varier spécifiquement des Lépidoptères. De même que des expériences de laboratoire, réalisant à partir de matières animales la synthèse d'hydrocarbures analogues au pétrole, ont permis de conclure, pour certains gisements tout au moins, à son origine organique, de même de rares expériences portant sur la variabilité morphologique de quelques Arthropodes nous pouvons conclure que des causes analogues ont joué pendant les âges écoulés et que les formes qui nous paraissent stables, parce que les microscopes n'existent que depuis deux siècles, ont dû leur différenciation à des causes mécaniques, à des raisons d'équilibre, de sustentation, tendant à faciliter la fonction alimentaire, elle-même permettant la maturation des gonades. Les végétaux supérieurs accumulent des réserves pour la croissance de la graine, puis meurent : cette accumulation dure un an ou deux ans (plantes annuelles et bisannuelles) ; un climat favorable peut rendre ces végétaux vivaces. Combien d'animaux sont dans le même cas et disparaissent dès que la reproduction est assurée! Tel est l'être vivant : il se nourrit (à partir d'un certain point la fonction digestive « *autorise* », s'il y a surabondance de nourriture, la reproduction); mais il se nourrit d'aliments donnés, dans un milieu donné, dans des conditions de pression, de température, etc. données. De cet ensemble — insaisissable d'ailleurs dans son infinie complexité — résultera une forme définie, adaptée au milieu qui l'a créée, mais susceptible de varier si le milieu varie. Nous répéterons en terminant, pour nous résumer en la modifiant, une formule célèbre : le milieu conditionne la fonction et par là crée l'organe.

Théodore Monod,
Licencié ès sciences.

BIBLIOGRAPHIE

ANALYSES ET INDEX

1° Sciences mathématiques

Buhl (A.).— **Géométrie et analyse des intégrales doubles.** — 1 *vol. in*-8 *écu de* 68 *p. avec* 4 *fig. de la* Collection Scientia (*Prix* : 6 *fr.*). *Gauthier-Villars et Cie, éditeurs, Paris*, 1920.

M. Buhl a réussi à condenser dans cet intéressant petit livre un grand nombre de résultats géométriques et analytiques déduits de la formule de Stokes et de ses généralisations. Le premier chapitre est consacré à l'établissement de la formule de Stokes, qui permet, comme on le sait, la transformation d'une intégrale curviligne prise le long d'un arc de courbe fermé C en une intégrale de surface prise sur une surface S passant par C, et à la généralisation de cette formule au cas où l'intégrale prise sur C dépend du plan tangent à S le long de C. De nombreuses applications de la transformation de Stokes à la comparaison des volumes cylindriques et coniques et à la détermination des angles spatiaux nous conduisent, dans le chapitre II, aux intéressants résultats de M. Koenigs sur les volumes canaux et à quelques beaux théorèmes de Humbert sur les extensions à l'espace du théorème d'Abel. La formule de Stokes, généralisée comme il a été dit, contient une intégrale double portant sur les éléments du second ordre de la surface S; M. Buhl en déduit une élégante démonstration de la formule de Bonnet et diverses propositions analogues, ainsi qu'une formule générale très compréhensive de M. Appell (chapitre III); puis il recherche au chapitre IV les conditions pour qu'une intégrale double soit de la forme stokienne, ce qui le conduit à une classification des équations de Monge-Ampère et initie le lecteur aux travaux de MM. Cartan et Goursat. Dans un cinquième chapitre, l'auteur étend son mode de démonstration au cas des variables complexes en s'occupant surtout de la question des singularités ; il donne ainsi au lecteur quelques indications sur les problèmes délicats et difficiles qui se posent dans la théorie des fonctions algébriques de deux variables.

Ajoutons que les formes symboliques de différentielles employées systématiquement par l'auteur trouvent aussi leur application dans les théories tensorielles d'Einstein (A. Buhl, *Comptes rendus*, nov, 1920). L'exposé si attachant de M. Buhl sera donc utile aux physiciens comme aux mathématiciens et rendra à tous les meilleurs services.

G. Valiron,
Professeur à la Faculté des Sciences de Strasbourg.

Lecat (Maurice).— **Bibliographie des séries trigonométriques** (avec un appendice sur le Calcul des variations). — *Un vol. in*-8° *de* VIII + 336 *pages* (*avec impression sur une face*) (*Prix* : 10 *fr.*). *Louvain, avenue des Alliés*, 92 ; *Bruxelles, avenue Bois Cambre, chez l'auteur*; 1921.

Cet ouvrage consiste essentiellement en deux listes *alphabétiques* par noms d'auteurs. L'une, la plus courte pp. 155-167, est destinée à compléter surtout pour la période 1915-1920 la « *Bibliographie du Calcul des variations* » publiée par l'auteur en deux volumes (1913-1916). L'autre, pp. 1-133 et p. 153, concerne les travaux consacrés aux séries trigonométriques ou utilisant celles-ci. L'auteur, sauf erreur, ne nous dit pas sur quelle période s'étend sa bibliographie; mais, d'après les précédents et d'après la liste même, il est vraisemblable qu'il a voulu embrasser la période allant de l'origine à la date de publication. Cette liste, qui n'a pu être établie qu'au prix d'un labeur considérable, « donne les titres des ouvrages, des mémoires, les titres abrégés des recueils et l'indication des séries, tomes, années, pages, ainsi que les dates d'achèvement du manuscrit, de remise, de lecture, d'impression, etc. ». Quelques coups de sonde jetés au hasard me donnent le droit d'affirmer l'exactitude générale des renseignements figurant dans cette liste, sauf les quelques erreurs inévitables en un travail aussi ardu et dont l'auteur lui-même a signalé quelques-unes à la page 167.

En outre de cette liste destinée à rendre les plus grands services et *qui signale* 2.500 *travaux*, M. Lecat a établi une table des 328 recueils périodiques sur lesquels ont porté ses recherches.

Il est probable qu'il n'y aurait pas beaucoup à ajouter à cette table pour obtenir une liste complète de *tous* les périodiques mathématiques, de sorte qu'il eût été peut-être souhaitable d'éditer à part une telle liste qui pourrait être utile à bien d'autres savants qu'à ceux qui s'intéressent aux séries trigonométriques. Il est vrai qu'alors elle ne remplirait pas le même but, la liste imprimée, pp. 134-151, renvoyant en effet, au moyen de numéros, aux articles signalés dans la liste par noms d'auteurs.

La statistique ajoutée par l'auteur est intéressante. Elle nous montre que sur 2.560 travaux recensés, 935 ont été publiés en français, 765 en allemand, 495 en anglais et 100 en italien. Ceci indique à quel point le français est utilisé hors de nos frontières, alors que, sur mille auteurs recensés, 268 sont allemands, 158 français, 135 anglais et 65 italiens. Mais ces derniers détails montrent à leur tour combien il faut distinguer dans la production scientifique d'un peuple entre la quantité et la qualité. J'ai eu la curiosité de relever les noms des auteurs cités par M. Lecat lui-même (qui n'est pas, comme on le verra, susceptible de partialité), comme ayant le plus contribué aux progrès de la théorie des séries trigonométriques ; et j'y ai trouvé 9 Allemands, 7 Français et 2 Anglais sur un total de 24. Encore que M. Lecat lui-même pourrait objecter qu'il n'a pas eu l'intention de dresser un palmarès complet, il n'en résulte pas moins que cette dernière répartition est loin de refléter l'énorme supériorité en quantité de la production allemande sur la production française. Et pourtant, pour être objectif, je n'ai pas exclu de la petite liste

de M. Lecat les noms de Schlömilch, Hansen et Burckhart dont M. Lecat reconnaîtrait lui-même que leurs travaux, bien qu'excellents, ne peuvent (page 3) être classés au niveau de ceux des sept auteurs français cités.

En faisant ces remarques, je vais peut-être m'exposer à être rangé par M. Lecat dans la catégorie des chauvins. Car M. Lecat (dans un désir louable d'impartialité) attribue trop facilement (p. 161) au chauvinisme des déclarations entièrement justifiables quand on reste sur le terrain scientifique. L'arrêt qu'il déplore de la publication de l'Encyclopédie française des Sciences mathématiques eût été pourtant désirable, même avant 1914, s'il avait pu en résulter une nouvelle organisation de l'édition française où la liberté d'appréciation et d'expression eût été assurée vis-à-vis de l'édition allemande. Sans cette indépendance, le progrès des Sciences est compromis. S'il est matériellement possible de reprendre la publication de l'Encyclopédie française en assurant cette indépendance, alors seulement, mais bien volontiers, nous nous associerons au vœu de M. Lecat.

Maurice Fréchet
(Université de Strasbourg).

Petrovitch (M.), *Professeur à l'Université de Belgrade.* — **Mécanismes communs aux phénomènes disparates.** — 1 *vol. in*-16 *de* 280 *p. de la* Nouvelle Collection scientifique (*Prix* : 8 *fr.*). *Librairie Félix Alcan, Paris*, 1921.

Les théories scientifiques actuelles, tout au moins celles qui ont pour objet des grandeurs mesurables, se ramènent généralement à de pures questions d'Analyse mathématique. Parvenues à ce stade, elles perdent leur personnalité et il peut arriver que deux théories ayant des origines entièrement différentes conduisent exactement aux mêmes équations. On peut alors établir entre elles une correspondance telle que deux éléments homologues soient représentés par la même variable dans l'interprétation mathématique commune. Toute propriété relative à l'une des théories a sa corrélative dans l'autre et toute découverte faite dans la première se répercute immédiatement dans la seconde.

Les exemples de ces sortes de rapprochement sont très fréquents en Géométrie et il arrive qu'on en découvre *a posteriori* la raison intime, c'est-à-dire qu'après avoir constaté l'identité analytique de deux problèmes, on les relie l'un à l'autre par une voie purement géométrique.

De même, certaines questions de Mécanique, de Physique, de Chimie, deviennent équivalentes, quand on les traduit en langage mathématique, et l'on a pu, de la sorte, établir un lien tout à fait inattendu entre des phénomènes de natures totalement différentes. Mais, dans ce cas, on ne peut que constater ce lien, sans pouvoir en pénétrer le mécanisme.

Quoi qu'il en soit, tant au point de vue purement spéculatif qu'au point de vue de l'utilité pratique, l'intérêt de semblables rapprochements est indiscutable. Sir W. Thomson a même prétendu que, « comprendre un phénomène, c'est pouvoir établir son modèle mécanique », considérant évidemment les phénomènes mécaniques comme les plus simples de la Nature. Pour un géomètre, l'idéal serait peut-être de trouver un modèle géométrique et cela ne serait pas impossible, puisque, par exemple, la dynamique des systèmes sans frottement peut être ramenée à la théorie des géodésiques.

Sans prétendre établir une hiérarchie entre les différentes espèces de modèles, M. Michel Pétrovitch s'est efforcé d'en décrire les mécanismes communs, en abstrayant leur spécificité. De plus, il a élargi son champ de spéculation, en ne se limitant pas aux seules analogies mathématiques, mais en envisageant aussi des analogies qualitatives.

Il commence par préciser ce qu'il faut entendre par *allure* d'un phénomène. Dans ce but, il imagine qu'on a fait choix d'un certain nombre d'*éléments descriptifs* susceptibles de mesure et dont l'ensemble des variations constitue précisément le phénomène.

Si l'on construit une courbe en portant le temps en abscisse et un élément descriptif particulier en ordonnée, la forme de cette courbe donne une image concrète de l'allure du dit élément. Il peut se faire que l'on connaisse cette allure *quantitativement*, c'est-à-dire que la courbe représentative soit susceptible d'être tracée exactement ou du moins avec toute la précision que comportent les mesures. Mais, il peut arriver aussi que l'on sache seulement donner une description *qualitative* de la courbe. On pourra dire, par exemple, si l'élément descriptif croît ou décroît, s'il présente des maxima ou des minima, si sa variation est discontinue, périodique, etc.

L'ensemble des allures de tous les éléments descriptifs caractérise l'allure du phénomène.

Deux phénomènes différents peuvent manifester une ressemblance d'allure plus ou moins accusée. Si toutes les courbes figuratives coïncident exactement, il y a *analogie mathématique*. Mais, si elles présentent seulement un certain nombre de particularités communes, telles que simultanéité de la croissance ou de la décroissance, périodicité, discontinuités, etc., l'analogie n'est que *qualitative*.

Après l'allure des phénomènes, M. Pétrovitch envisage leur *mécanisme*.

Les particularités d'un phénomène résultent de l'ensemble des *rôles* joués dans sa production par différents éléments, facteurs ou faits. On peut faire abstraction de la nature de ceux-ci et ne retenir que le *type du rôle*. L'auteur passe en revue un grand nombre de types, tels que rôle d'élément descriptif, rôle de cause, rôle de liaison, rôle d'obstacle, rôle de terrain.

On connaît le *mécanisme d'un phénomène* lorsqu'on connaît les types de rôles intervenant dans son existence et la manière dont les différentes particularités d'allure en résultent.

Un ensemble déterminé de types de rôles donne naissance à un *type de mécanisme*.

Un tel type étant donné, on peut en déduire les particularités d'allure communes à tous les phénomènes disparates auxquels il s'applique. Et c'est là le problème

fondamental de ce que M. Pétrovitch a appelé la *Phénoménologie générale*.

L'auteur donne comme exemples quinze schémas, pour chacun desquels il résout ce problème.

Puis, il se pose la question inverse : L'allure du phénomène étant connue, peut-on en conclure son mécanisme? La réponse est, en général, négative et cela tient, au fond, à ce qu'il existe une infinité d'équations différentielles qui admettent pour intégrale particulière une fonction donnée. Toutefois, si l'on possède certaines indications supplémentaires, il peut arriver que le type de mécanisme se trouve entièrement déterminé.

Dans le chapitre suivant, M. Pétrovitch examine les formes variées sous lesquelles se présentent les divers types de rôles et les diverses particularités d'allure dans les phénomènes naturels.

Vient ensuite un chapitre extrêmement intéressant, où l'auteur met en évidence les mécanismes d'un grand nombre de phénomènes concrets des plus variés : mécaniques, électriques, thermiques, biologiques, physiologiques, psychologiques, sociologiques, etc.

Pour en donner au moins un exemple, citons, à tout hasard, la décharge d'un condensateur électrique entretenu par une pile constante. Le mécanisme est le suivant : *Phénomène à un élément descriptif* (intensité du courant de décharge), *changeant sous l'action de trois causes : l'une impulsive et invariable* (force électromotrice de la pile), *l'autre réactive et dépressive, variant en raison directe de la grandeur de l'élément* (force de résistance électrique, produit de la résistance du circuit par l'intensité), *la troisième également réactive et dépressive, variant en raison directe de la totalité de l'élément* (force électromotrice de Coulomb, proportionnelle à la charge des armatures, la charge étant l'intégrale de l'intensité). Enfin, le *rôle d'inertie* est joué par la force électromotrice de self-induction proportionnelle à la vitesse de variation de l'élément descriptif, c'est-à-dire à la dérivée de l'intensité par rapport au temps. De ce mécanisme, on peut déduire l'allure du phénomène : décharge asymptotique ou oscillatoire amortie, suivant la grandeur relative du coefficient de self-induction et de la résistance de l'élément.

Enfin, le dernier chapitre est consacré à l'étude des *analogies*.

L'analogie entre plusieurs phénomènes peut être *quantitative* et la plus parfaite à ce point de vue est *l'analogie mathématique*, qui correspond au cas où les phénomènes sont régis par les mêmes équations. L'auteur en cite quelques exemples, tels que : équilibre électrique, propagation de la chaleur, mouvement permanent irrotationnel des liquides non visqueux.

Il y a aussi des *analogies qualitatives* et les exemples en sont évidemment beaucoup plus faciles à trouver. M. Pétrovitch en indique un grand nombre, des plus intéressants.

Malgré son haut degré d'abstraction, ce livre est d'une lecture fort attrayante, surtout dans ses deux derniers chapitres. Il faudrait évidemment posséder une culture scientifique à peu près universelle, pour être à même d'apprécier avec compétence toutes les théories qui s'y trouvent schématisées. Mais cela est loin d'être nécessaire, si l'on se contente de la compréhension de leurs mécanismes.

J. Haag,
Professeur de Mécanique à la Faculté des Sciences de Clermont-Ferrand.

Allievi (Lorenzo). — **Théorie du coup de bélier** (I-V). *Traduit par* Daniel Gaden. *Préface de* René Neeser. — 1 *vol. in*-8° *de* xvi-136 *p. et* 1 *atlas de* 88 *pl.* (*Prix* : 6 *fr.*). *Dunod, éditeur, Paris*, 1921.

Si la voiture de tête d'un train est arrêtée brutalement, il se produit, dans tout le convoi, une série de compressions et de dilatations longitudinales se propageant d'arrière en avant et d'avant en arrière. Ce phénomène, que nous avons tous vu et entendu, donne une première idée du *coup de bélier*, produit dans une conduite d'eau au moment de l'ouverture de l'orifice d'écoulement.

L'étude scientifique de ces faits est de haute importance, au moment où règne partout le désir légitime d'utiliser la *houille blanche*. L'ignorance, en cette matière, peut causer les accidents les plus graves et les plus coûteux : éclatement de la conduite, écrasement de la conduite, etc.

Dans l'ouvrage de M. Denis Eydoux, analysé ici par M. L. Potin, le 15 octobre 1921, on trouve (Chap. II et III) une remarquable étude d'ensemble des coups de bélier et des *oscillations en masse*. Dans ces pages, le nom d'Allievi revient souvent, parce qu'Allievi est un des créateurs de la théorie. La Maison Dunod a donc eu une idée très heureuse, en publiant une traduction française des œuvres d'Allievi. Cette traduction est précédée par une Préface très claire et par une Note qui, en 5 pages, nous fournit l'outil mathématique nécessaire. Cette Préface et cette Note sont de M. Neeser, professeur à l'Université de Lausanne. Allievi, en réalisateur, a pris soin de traduire ses formules par des diagrammes, dont l'exécution matérielle est excellente.

En résumé, ces 5 Notes remarquables d'Allievi constituent un document précieux pour les ingénieurs qui, après la lecture du résumé de M. Eydoux, voudraient aller jusqu'à l'une des sources de cette doctrine importante, à laquelle MM. Michaud, Rateau, de Sparre, Camichel, Jouguet, Eydoux, Gariel, Foch, etc. apportent constamment des perfectionnements.

R. d'Adhémar,
Ingénieur des Arts et Manufactures,
Docteur ès Sciences.

Eydoux (D.), *Professeur à l'Ecole des Ponts et Chaussées*. — **Hydraulique industrielle et Usines hydrauliques.** — 1 *vol. gr. in*-8° *de* 550 *p. avec* 300 *fig. des* Grandes Encyclopédies industrielles (*Prix* : 40 *fr.*). *J. B. Baillière et fils, éditeurs, Paris*, 1921.

Le présent volume, qui est le développement du cours professé par l'auteur à l'Ecole des Ponts et Chaussées, forme la suite logique de son précédent ouvrage de la même collection, intitulé « *Hydraulique générale et appliquée* ».

Dégagé du souci de l'exposition des premiers élé-

ments de l'Hydraulique appliquée, l'auteur s'est proposé, comme but précis, l'étude de la transmission de l'énergie, en prenant l'eau comme intermédiaire, soit qu'on la mette sous pression ou qu'on l'élève à une certaine hauteur, pour utiliser ensuite l'énergie emmagasinée, soit qu'on l'emploie en la faisant descendre d'une certaine hauteur dans des conditions définies.

Il est donc amené à étudier successivement les machines hydrauliques, puis les moyens pratiques de les utiliser, c'est-à-dire les usines hydrauliques et leurs accessoires. Comme il s'adresse particulièrement aux ingénieurs de génie civil, il n'a pas la prétention de leur faire connaître en détail les machines hydrauliques, qui ont déjà fait l'objet de nombreuses publications, et il a cherché uniquement à les munir des connaissances indispensables pour ceux d'entre eux qui, ayant à construire des usines hydrauliques, veulent pouvoir choisir, en connaissance de cause, les machines qui doivent y être installées.

Dans le même esprit, M. Eydoux passe à l'étude de l'élévation mécanique de l'eau, en faisant prendre connaissance des pompes ordinaires et des pompes centrifuges et en continuant par les distributions d'eau sous pression.

A propos de l'eau sous pression dans les conduites et en raison de l'avenir qui leur paraît réservé, il a paru, très judicieusement, d'ailleurs, à l'auteur, qu'il convenait de dire quelques mots sur les moteurs soniques, qui sont sortis des travaux de M. G. Constantinescu, et enfin sur la distribution hydraulique de l'énergie par pompes à pression et à débit variable, car son champ d'application dans l'industrie moderne peut devenir très vaste.

Dans la 3e partie de l'ouvrage, M. Eydoux passe enfin à l'étude des usines hydrauliques, dont l'ensemble constitue ce que l'on appelle aujourd'hui : la houille blanche. Ce sujet comporterait des développements considérables, mais, comme nous l'avons dit au début, l'Hydraulique théorique a été traitée ailleurs et tous les points concernant la partie électrique seront, avec tous les détails voulus, étudiés dans d'autres sections de cette collection encyclopédique.

Comme les machines hydrauliques forment le début du présent ouvrage, il ne restait donc, pour ainsi dire, à développer que les parties des usines relatives au génie civil et aux conduites forcées. Cette partie elle-même est très importante, puisque les travaux du génie civil embrassent presque toutes les branches de l'art du constructeur.

Loin d'être l'ennemi des monographies, l'auteur, avec juste raison, estime que si l'ingénieur peut y trouver des renseignements, à vouloir trop les développer dans un livre, on risque de masquer les principes généraux. Il a donc cherché, surtout, à dégager les idées d'ensemble et à les appuyer sur des exemples en nombre limité.

En ce qui concerne les ouvrages connus et étudiés dans d'autres branches du Génie civil, il a réduit, dans de grandes proportions, la partie technique, se bornant à montrer leurs applications au cas spécial de la houille blanche. Par contre, il a insisté sur les conduites forcées, qui sont une des particularités des usines hydrauliques.

Son but a donc été, comme on le voit, de donner des idées générales et d'expliquer l'appropriation de la houille blanche dans les types d'ouvrages déjà connus.

L'ouvrage se termine par quelques mots sur les usines à marées, quoique, à vrai dire, il n'en existe pas encore : mais on en parle beaucoup.

Chacun des chapitres du volume se termine par une bibliographie très soignée, précieuse pour ceux des lecteurs qui voudront approfondir une particularité quelconque du sujet.

Un index alphabétique facilite énormément les recherches. Enfin, en annexe, on trouvera quelques documents administratifs, que l'on n'a pas toujours sous la main et dont le spécialiste a fréquemment besoin, tels les cahiers des charges et marchés de la Société Hydrotechnique de France pour la fourniture de turbines et accessoires, de conduites forcées en béton armé ou en métal.

Cet ouvrage, d'un ingénieur dont la compétence en la matière est bien connue, constituera, avec celui qui l'a précédé, un ensemble documentaire qui doit trouver sa place dans toutes les bibliothèques d'ingénieurs, et c'est ce qu'a estimé la Société Hydrotechnique de France, qui lui a donné son patronage.

L. Potin.

Œhmichen (Etienne). — **Nos Maîtres les Oiseaux.** Etude sur le vol animal et la récupération de l'Energie dans les Fluides. — 1 *vol. in*-8° *de* 192 *p. avec* 118 *fig.* (*Prix* : 15 *fr.*). *Dunod, éditeur, Paris*, 1920.

Sous un titre qui fait immédiatement penser à un ouvrage de simple vulgarisation, M. Et. Œhmichen a fait paraître une très savante et très instructive étude du vol des Oiseaux, et même de celui des Insectes sur lequel nous n'avions jusqu'ici que de très imparfaites et très incomplètes données.

M. Etienne Œhmichen possède une qualité très rare : il sait exposer les questions les plus ardues en se mettant à la portée de tous les lecteurs. Lorsqu'il traite des points de mécanique, il le fait en des termes que les biologistes n'ont aucune peine à comprendre, et je suis certain que les ingénieurs ne trouveront aucune difficulté à le suivre dans les considérations anatomiques et physiologiques qu'il développe. Dans le domaine de l'anatomie et de la physiologie, qui pourtant n'est pas le domaine qu'il a coutume de parcourir, M. Œhmichen se comporte en véritable professionnel de ces sciences, disant tout ce qu'il faut dire sans pédanterie et sans obscurité.

Tout au début de son ouvrage, l'auteur pose et établit que nous ne savons rien du mécanisme du vol des Oiseaux en dépit des dissections qui ont été faites, des recherches physiologiques empruntant les plus diverses méthodes d'investigation, de notre connaissance du milieu physique où le vol s'accomplit. Les lois connues de la résistance de l'air n'expliquent pas en effet le vol animal, et, si l'on essaie de construire un appareil sur le modèle de l'oiseau dépensant une aussi faible quan-

tité d'énergie motrice que celle que l'oiseau dépense, cet appareil est incapable de voler.

L'oiseau, comme l'insecte, ne peut en fait voler, et ceci est la conclusion des recherches et des expériences de M. Œhmichen, que parce qu'il récupère, pour l'utiliser à son soutien et à sa progression, une certaine quantité de l'énergie contenue dans les courants de remous qui l'accompagnent ou se forment autour de lui.

Pour savoir comment cette récupération s'effectue, il faut lire la théorie du coup d'aile qu'expose l'auteur au chapitre III de son livre. Au moment, dit-il, où l'aile arrive au bas de sa course, l'oiseau l'arrête brusquement par le jeu de ses muscles et en change l'inclinaison de telle sorte que l'énergie contenue dans l'onde de suite (courant de remous) est reprise et utilisée pour la propulsion.

On sait que M. Œhmichen, passant de la théorie à la pratique, a construit et expérimenté un hélicoptère sur lequel il a pu, en janvier et février derniers, réaliser les premiers vols que l'on ait accomplis sur un semblable appareil.

R. ANTHONY.

2° Sciences physiques

Vauclin (L.) et **Long** (A.K.), *Directeurs des Frigorifiques de l'Alimentation Havraise.* — **Le Mécanicien frigoriste.** — 1 *vol. in*-18 *raisin de* 276 p. *avec* 33 fig. (*Prix* : 8 *fr.*). *J.-B. Baillière et fils, Paris*, 1921.

La *Bibliothèque professionnelle*, publiée sous la direction de M. Dhommée, répond à un besoin; on ne peut qu'applaudir à cette initiative. Le meilleur ami et le meilleur conseiller de l'ouvrier intelligent qui cherche à s'instruire, c'est le livre professionnel bien fait. Le développement, encore bien insuffisant, pris en France par l'industrie du froid rendait nécessaire un *Manuel du mécanicien frigoriste*. La rédaction de celui-ci a été confiée à MM. Vauclin et Long, directeurs des frigos du Havre.

Après avoir donné la classification habituelle des machines frigorifiques, les auteurs étudient spécialement la machine à gaz liquéfié, dont ils définissent avec soin la puissance frigorifique et le rendement. Le cycle parcouru par le corps frigorifique, l'influence de l'espace nuisible sur le diagramme représentatif du cycle, la comparaison du rendement théorique pour CO^2, AzH^3 et SO^2 au rendement réel sont passés en revue.

Toutes les conditions du fonctionnement de la machine sont précisées ; tour à tour, la vanne de réglage, le compresseur, le presse-étoupes, les soupapes, le liquéfacteur à immersion ou à ruissellement, le réfrigérant ou évaporateur sont envisagés. Les auteurs considèrent ensuite la disposition générale d'une installation et donnent des règles pratiques pour calculer les dimensions de toutes les parties d'une installation d'une puissance donnée et d'un type choisi.

La machine à gaz liquéfié étant calculée et supposée réalisée, il faut savoir la monter, la mettre en marche, régler les espaces nuisibles, assurer l'étanchéité du presse-étoupes du compresseur. Puis, la machine est vérifiée à l'air comprimé porté à une pression variable avec la nature du gaz frigorifique pour vérifier les joints, les soudures et même les serpentins (déjà essayés dans les ateliers). L'étanchéité absolue de la machine ayant été obtenue et toutes les chasses d'air étant faites, il faut, avant l'introduction du gaz frigorifique dans le circuit, enlever l'air en faisant avec le compresseur le vide maximum.

La machine mise en marche, il faut étudier son arrêt, l'extraction de l'huile qui forme émulsion avec le gaz liquéfié, vérifier les manomètres. Puis il faut envisager le rodage des soupapes, la réfection du presse-étoupes, le remplacement de la tige du piston, l'encrassement des différentes parties de la machine frigorifique et la façon de parer à tous les accidents possibles, bénins ou graves. Les question de l'isolation des locaux et de la fabrication de la glace sont bien étudiées comme, d'une manière générale, tout ce qui est technique.

Je suis obligé de faire quelques réserves en ce qui concerne la partie théorique.

On trouve p. 14 ceci : « la cohésion est nulle entre les molécules d'un gaz ». C'est une erreur formelle ! Les particules des gaz s'attirent, en vertu de l'attraction moléculaire, comme celles des solides et des liquides. Si la cohésion des gaz était nulle, il n'y aurait pas de nuages, ni de tourbillons gazeux, puisqu'une tranche de gaz en mouvement ne pourrait pas entraîner la tranche infiniment voisine en contact avec elle.

A propos de la définition du mouvement uniformément varié, on lit pp. 22-23 : « Est celui d'un mobile qui augmente ou diminue de quantités égales après des temps égaux. » Ce n'est ni français, ni correct. Ce qui varie de quantités égales en des temps égaux ici, c'est la *vitesse* et non le *mouvement*.

On trouve p. 23 : « La force d'attraction de la Terre à sa surface est égale à 981 dynes. » Il s'agit de la force d'attraction de la Terre sur quelle masse ? Les ouvriers qui liront le Manuel pour s'instruire pourront ne pas deviner qu'il s'agit ici d'un gramme-masse.

P. 67, la définition de l'équivalent mécanique de la chaleur est donnée sans la réserve du cycle fermé, ce qui est incorrect.

Enfin, à propos du *Tableau des constantes de différents gaz* (pp. 72 et 73), on peut remarquer que les constantes critiques indiquées remontent à des époques très anciennes. Celles de l'hydrogène sont tout à fait fautives ; elles proviennent d'Olzewski et remontent à 1895. La température critique de l'ozone, indiquée comme non déterminée, est au contraire connue d'après Olzewski depuis 1889. Le néon, porté comme non étudié, a sa température et sa pression critiques connues depuis 1917.

Les gaz frigorifiques CO^2 et SO^2, en particulier, ont leurs constantes critiques connues avec une haute précision. MM. Vauclin et Long donnent pour CO^2 une pression critique un peu inexacte et pour SO^2 des constantes qui remontent à Sajotchewski et par suite à 1879 ; or nous sommes en 1921 !

Je m'en voudrais d'insister. Alors que la partie professionnelle est excellente, la partie théorique demande à être revue. La deuxième édition, que je souhaite pro-

chaine, sera l'occasion naturelle de faire disparaître des imperfections presque inséparables, il faut bien le reconnaître, d'une première rédaction.

E. Mathias,
Correspondant de l'Institut, Directeur de l'Observatoire du Puy-de Dôme.

L'Hoest (Louis), *Ingénieur A. I. M., A. I. Lg., Directeur de la Société des Ateliers électriques de Saint-Ouen.* — **La pratique des machines électriques.** — *Un vol. petit in-8° de* IX-160 *pages avec* 39 *fig.* (*Prix :* 16*fr. relié*). *Ch. Béranger, éditeur, Paris et Liége*; 1920.

Dans cet ouvrage, l'auteur s'est proposé de développer et de compléter une étude antérieure sur le diagnostic des défauts des machines électriques et sur les remèdes à leur appliquer. Il y a apporté le résultat de nombreuses années de pratique, qu'il a condensé en quelques pages faciles à lire; il a su éviter les considérations d'ordre théorique, tout en écrivant un travail original et non un ouvrage de vulgarisation.

L'étude comporte quatre parties :

1° montage, mise en marche et entretien des machines électriques ;

2° avaries et réparations des machines à courant continu ;

3° avaries et réparations des machines à courant alternatif;

4° défauts d'ordre mécanique.

Le contremaître et l'ingénieur consulteront ce volume avec intérêt; car le premier y trouvera un exposé clair des données sur lesquelles reposent les pratiques d'atelier et l'autre appréciera à leur juste valeur des enseignements dictés par une expérience journalière des machines électriques.

A. L.

Rémaur (Jean). — **Notions élémentaires de Télégraphie sans fil et construction pratique de Postes et Récepteurs.** — 1 *vol. in-*18 *de* 116 *p. avec* 61 *fig.* (*Prix* : 7 *fr.* 50). *Desforges, éditeur, Paris*, 1921.

Ce petit livre met à la portée de tous les éléments nécessaires à la compréhension des phénomènes de la T.S.F. De bonnes analogies mécaniques et hydrauliques illustrent les explications. Cet ouvrage, qui étudie ensuite les « constructions pratiques de postes récepteurs, tickers, hétérodynes, et amplificateurs », donne des montages simples et pratiques. Ce livre intéressera certainement le technicien, mais plus encore l'amateur qui pourra, sans grands frais, construire des postes de réception lui permettant de recevoir les messages des grands postes.

3° Sciences naturelles

Hovelaque (Emile), *Inspecteur général de l'Instruction publique.* — **Les Peuples de l'Extrême-Orient. Le Japon.** — 1 *vol. in-*16 *de* 344 *p. de la* Bibliothèque de Philosophie scientifique (*Prix* : 7 *fr.* 50). *Librairie E. Flammarion, Paris*, 1921.

Ce livre fait suite à celui que le même auteur a consacré l'an dernier à la Chine et dont il a été rendu compte dans cette Revue. Il en suppose, dans une certaine mesure, la connaissance, car la Chine a été, en effet, la Grèce et la Rome de l'Extrême-Orient et son constant modèle, de telle sorte que toutes les civilisations d'Extrême-Asie sont solidaires et dérivent de la civilisation chinoise.

Les deux tiers de l'ouvrage sont consacrés à l'histoire et aux arts du Japon ; le reste étudie l'évolution politique et administrative du Japon moderne et son expansion militaire et pacifique. L'ensemble se recommande par les mêmes qualités de documention et d'intéressants aperçus synthétiques qui caractérisaient le précédent livre sur la Chine. Au moment où se réunit la Conférence du Pacifique où le Japon va faire figure d'un des principaux acteurs et où il aura à se défendre de l'accusation d'impérialisme, l'ouvrage de M. Em. Hovelaque est particulièrement utile à consulter.

Après un isolement prolongé, nul pays — le Maroc seul pourrait bien faire exception — n'a opéré une transformation aussi rapide. Mais il faut ajouter immédiatement qu'il s'agit simplement, encore à cette heure, d'une transformation politique et économique, car les mœurs traditionnelles, les habitudes, les religions, l'art, la littérature n'ont pas changé et sont tels qu'autrefois; « l'âme du samouraï anime encore ses commerçants, ses industriels, ses paysans et ses savants ». Cette existence en partie double est appelée évidemment à disparaître. Combien durera-t-elle encore ? Nul ne peut le dire avec certitude. Mais son spectacle est des plus curieux à observer et on en trouvera dans le livre de M. Em. Hovelaque une peinture des plus vivante.

Pierre Clerget.

Bernard (Noël), *Professeur à la Faculté des Sciences de Poitiers.* — **Principes de Biologie végétale.** — 1 *vol. in-*16 *de* XII-212 *pages avec* 18 *fig. de la* « Nouvelle Collection scientifique (*Prix :* 8 *fr.*). *F. Alcan, éditeur, Paris*, 1921.

Ce nouveau petit livre posthume de M. Bernard forme la deuxième partie du cours de Botaniqne que professa le regretté savant. La première partie a paru en 1918, sous le titre « *Evolution des plantes* ». Nous en avons longuement rendu compte dans le n° du 30 juin 1918, p. 376, de cette Revue.

Dans une première partie, l'auteur envisage l'étude de la « Physiologie cellulaire » ; dans une deuxième partie, intitulée « Coordination », celle du jeu des cellules assemblées. Les divers groupes de Thallophytes y sont brièvement passés en revue.

A la base de l'étude de la vie de la plante ou Physiologie végétale se trouve le *principe du déterminisme* : « Tout phénomène dépend de conditions précises; il se produit quand ces conditions sont réalisées et ne se produit pas sans elles. » L'expérience de la nutrition de l'*Aspergillus niger* au moyen du liquide synthétique de Raulin sert de sujet de démonstration. L'auteur aborde ensuite les *conditions physiques de la nutrition*: état de dissolution ou état colloïdal de l'aliment, constitution physique du protoplasma, propriétés osmotiques des cellules végétales. De là nous passons au *métabolisme nutritif* : nature de l'aliment déterminée par les méthodes analytique ou synthétique, utilisation de l'aliment

tant au point de vue des réactions de construction, ou anabolisme, que de destruction, ou catabolisme. L'étude du métabolisme se complète par celle des *diastases* qui en sont les agents. Puis l'auteur traite, en deux chapitres spéciaux, *l'alimentation en carbone* et *les aliments azotés*.

Les cellules sont environnées par le milieu : il y a donc lieu de traiter *l'action des agents extérieurs*. Ce dernier chapitre de la première partie fait transition avec la seconde, celle qui traite de la « Coordination ».

Les cellules ne vivent très généralement pas à l'état isolé, sauf chez quelques microorganismes unicellulaires que l'on peut arriver à séparer à l'état d'unité dans les cultures pures de laboratoire.

Dans la nature, un même milieu limite : flaque d'eau, motte de terre, héberge, en général, des microorganismes variés, des cellules appartenant à diverses espèces. Dans ces associations forcées, chaque cellule réagit et s'adapte aux conditions que créent les autres ; il y a une *coordination* des efforts de ces organismes et leur ensemble répond à une physiologie particulière. C'est cette physiologie de la coordination que M. Bernard considère dans la deuxième partie.

La coordination peut se faire *par le milieu extérieur* entre organismes très simples vivant associés par voisinage tout en restant séparés, mais elle peut devenir plus intime si deux êtres, par exemple, s'associent par contiguïté, intrication, comme chez les lichens ; la coordination s'effectue alors *par le milieu intérieur*. Enfin, chez tous les êtres pluricellulaires, toutes les cellules constituent une colonie où la forme de chaque cellule, la différenciation des tissus, les fonctions, s'établissent par des lois régulières et aboutissent à des caractères spécifiques. L'auteur part de là pour aborder l'étude des Thallophytes sans qu'il paraisse toutefois faire une application spéciale de cette donnée de coordination. C'est un exposé rapide des faits de reproduction et d'évolution ontogénique, particulièrement chez les Schizophytes, les Myxomycètes, les Champignons et les Algues — en tout une 60ne de pages. Cette étude est complétée par un « Aperçu sur les théories lichéniques », morceau savoureux qui est d'ailleurs un fragment de conférence publique.

Vient ensuite un chapitre intitulé « Remarques sur l'immunité chez les plantes ». C'est la reproduction de l'article paru dans le *Bulletin de l'Institut Pasteur*, en 1909 ; il est bien connu des biologistes.

L'auteur y montre, en partant du cas de la symbiose des Orchidées avec des champignons filamenteux, comment les faits d'immunité chez ces plantes ne sont pas essentiellement différents de ce qu'ils sont chez les animaux où on les a étudiés depuis plus longtemps. Ce sont des pages éminemment suggestives.

L'éditeur, dans son avant-propos, nous fait part de ses scrupules : « Devais-je livrer au public un travail inachevé ? Si N. Bernard avait vécu, son cours, mieux adapté à la science toute contemporaine, eût été modifié... » Sans doute. Ces pages ont quelque chose de fragmentaire et d'incomplet. On ne saurait y voir un véritable traité. Nous avons aujourd'hui une heureuse floraison d'ouvrages remarquables de langue française destinés particulièrement à l'enseignement et qui mettent au point, autant que faire se peut, l'actuelle science botanique : ceux de Costantin, Chodat, Molliard, Maquenne, Massart, Gravis et, à une époque un peu moins récente, Bonnier, Leclerc du Sablon, pour ne pas remonter plus loin. Si dans les livres posthumes de N. Bernard l'étudiant ne saurait rencontrer pareille documentation, du moins y trouvera-t-il de précieuses lectures, l'exposé clair, élégant, avec une mise en relief saisissante, de diverses grandes questions biologiques. Le biologiste lira aussi avec plaisir ces pages attrayantes.

L'ouvrage est précédé d'un avant-propos de Mme N. Bernard qui s'est fait l'éditeur des œuvres posthumes de son mari. Elle évoque, avec quel culte admiratif ! on le conçoit, sa physionomie intellectuelle et morale. Nous sourions au tableau du jeune professeur pénétrant, « en agitant joyeusement ses clés », dans le laboratoire qu'il aime. La sympathie va à lui de tous ceux qui ont voué leur existence aux joies calmes et jamais déçues de l'étude et de la recherche et qui peuvent ainsi, au sens le plus noble, « vivre leur vie ».

Une des lettres de Bernard nous trace, dans un tableau d'un pittoresque achevé, la mise en scène de son cours inaugural à Caen. On nous montre enfin les étapes de sa vie de Faculté de province, ses projets, ses espoirs, interrompus par une mort prématurée. Du moins la mémoire de N. Bernard aura-t-elle trouvé chez les siens et parmi ses élèves et ses disciples des volontés zélées à la faire vivre.

J. Beauverie,
Professeur à la Faculté des Sciences
de Clermont-Ferrand.

Chancerel (Lucien), *Conservateur des Eaux et Forêts, Docteur en Droit, en médecine, en sciences.* — **Traité pratique de Sylviculture.** — 1 *vol. in-8° de* VIII-375 *p. avec* 75 *fig.* (*Prix* : 21 *fr.*). *Gauthier-Villars et Cie, éditeurs, Paris*, 1920.

Id. — **Précis de Botanique forestière et Biologie de l'arbre.** — 1 *vol. in-8° de* 284 *p. avec* 191 *fig.* (*Prix* : 18 *fr.*). *Berger-Levrault, éditeur, Paris, Nancy, Strasbourg*, 1920.

Le traité de Sylviculture de M. Chancerel est écrit en vue de la vulgarisation des Sciences forestières. L'auteur a essayé de réunir les principales connaissances que doit posséder un sylviculteur, un exploitant de forêts, un reboiseur. Il s'adresse donc aux propriétaires de forêts, et aux marchands de bois ; aussi a-t-il écarté les notions arides qui conduisent aux méthodes d'aménagement et d'exploitation. Il formule les conclusions et les faits déduits par les forestiers des expériences et des dissertations techniques. C'est un livre pratique utile ; il peut convenir aux élèves des Ecoles d'Agriculture du niveau moyen, qui y trouveront une initiation à la science forestière en général.

Le même souci de simplifier les questions, parfois même d'une façon trop accentuée, se retrouve dans le *Précis de Botanique forestière et biologie de l'arbre*. S'il nous était permis une critique, nous voudrions mettre en évidence combien le titre de Botanique forestière correspond assez peu au contenu du livre. La forêt est une société végétale, la Botanique forestière est

donc une science sociale. L'auteur étudie l'arbre, mais il n'y est jamais question du concept forestier. La table des matières de l'ouvrage correspond à celle d'un ouvrage de Botanique générale où l'on supposerait qu'il n'existe que des arbres, et où il n'est question (sauf à la seule page 41) que de l'arbre isolé, sans souci de sa vie en société. Le chapitre sur la graine donne trois dessins (haricot, ricin, nénuphar); pourquoi n'avoir pas choisi des types plus forestiers? l'ouvrage de M. Hickel en aurait fourni avantageusement de mieux appropriés à la biologie de l'arbre. Cette conception d'un ouvrage scientifique de ce genre est d'autant plus surprenante que l'auteur est forestier de profession, qu'il pourrait sans doute nous présenter des vues synthétiques sur la physiologie et la morphologie des groupements forestiers, sur leur organisation complexe, sur la variété des éléments floristiques qui font cortège aux arbres et participent à la biologie végétale de la forêt, enfin sur les aptitudes grégaires et sur la vie collective des diverses essences ligneuses.

Il y a assurément une Botanique forestière, mais ce n'est pas celle que nous présente M. Chancerel, pas plus que la description minutieuse de l'organisation schématique, du costume et de la physiologie individuelle d'un fantassin ne pourrait représenter une étude sur la science, l'organisation et la vie des armées.

La Botanique forestière est un chapitre de la Botanique appliquée; pour l'étudier, il faut supposer connus les éléments de la Botanique et de la biologie d'un arbre, mais c'est seulement ensuite que commence la science botanique de la forêt. L'étude d'anatomie et de physiologie de l'arbre, qui se trouve être le but de cet ouvrage, est d'ailleurs présentée sous une forme classique, mais en oubliant trop, nous le répétons, le point de vue forestier.

EDMOND GAIN,
Professeur à la Faculté des Sciences de Nancy.

Caullery (Maurice), *Professeur à la Faculté des Sciences de Paris.* — **Parasitisme et Symbiose.** — *1 vol. in-18 de 400 pages de l'*Encyclopédie scientifique (*Prix cart.* : 14 fr.). *G. Doin, éditeur, Paris*, 1921.

Le présent volume fait partie de la Bibliothèque de Biologie générale de l'*Encyclopédie scientifique* dont la maison Doin a entrepris la publication; c'est dire que l'histoire des parasites est comprise, non pas au point de vue de leur inventaire méthodique comme dans les Traités de Parasitologie, mais à celui, plus général, des rapports existant entre des organismes associés plus ou moins étroitement, à titre d'hôte et de parasite ou commensal, ou bien de symbiotes. La Bactériologie et les questions qu'elle soulève sont laissées de côté, devant être étudiées dans d'autres volumes de l'*Encyclopédie*.

Les premiers chapitres, consacrés au commensalisme, au mutualisme et à l'inquilinisme, mettent en lumière les transitions très graduées qui existent dans la Nature entre la simple association, sans qu'une espèce vive aux dépens de l'autre, et le parasitisme le plus complet, où le parasite emprunte directement sa nourriture et son oxygène à l'hôte et présente une adaptation corrélative à son mode d'existence; les exemples sont tirés de la faune marine (Pagures et divers commensaux, Crabes et Actinies) et de la faune terrestre (Fourmis et myrmécophiles). L'esclavage des Fourmis et les plantes myrmécophiles sont rattachés à ce chapitre.

Il est bien connu que les parasites sont des organismes profondément modifiés, à tel point qu'il est parfois très difficile de reconnaître à quel groupe zoologique ils se rattachent en réalité: les adaptations au parasitisme sont suivies dans un certain nombre de cas bien choisis, *Ichthyotomus* pour les Annélides, la série des Gastropodes qui va de *Thyca* à l'*Entoconcha*, les Crustacés (Isopodes, Epicarides, Rhizocéphales et le Copépode *Xenocœloma*). M. Caullery appelle parasitisme provisoire ou *protélien* le cas particulier (Monstrillides, *Glochidium* des Unionides, Insectes entomophages) où le parasitisme n'est qu'une phase transitoire de jeunesse, conduisant à un état adulte libre dont l'organisation est normale. Les parasites hétéroxènes sont ceux qui subissent une migration plus ou moins complexe, comme les Cestodes, Sporozoaires et Flagellés. Parmi les modifications adaptatives des parasites, les plus frappantes sont celles qui compensent la difficulté de trouver à temps l'hôte convenable, par une augmentation des chances, par exemple l'élévation considérable du nombre des œufs, l'intercalation de processus de multiplication au cours du développement comme la schizogonie des Sporozoaires, les rédies et cercaires des Trématodes et la polyembryonie de certains Insectes entomophages. Je me borne à signaler les deux chapitres intéressants de la spécificité parasitaire et les modes divers d'infestation de l'hôte, et des actions réciproques du parasite et de l'hôte (antiferments des parasites intestinaux, castration parasitaire, galles animales et végétales).

Une part considérable du livre est consacrée à la symbiose chez les animaux et végétaux: chez les premiers, les xanthelles et chlorelles surtout fréquentes chez les Protozoaires, les levures associées constamment à de nombreux Homoptères, et quelques cas encore douteux chez les Blattes et les Céphalopodes (glandes nidamentaires et organes lumineux bourrés de bactéries d'après Pierantoni); chez les seconds, les gonidies des Lichens, les bactéries des nodosités des Légumineuses, les mycorhizes des racines dont le rôle est si important dans la germination des Orchidées. A ce propos, M. Caullery étudie assez longuement les idées de Pierantoni et de Portier sur la structure symbiotique des cellules, dont les granulations cytoplasmiques sont considérées par ces auteurs comme des bactéries symbiotiques à pouvoir de synthèse très étendu; tout en admettant qu'il y a des cas nombreux de symbiose, il ne lui paraît pas admissible de considérer celle-ci comme la forme fondamentale de la vie cellulaire.

Cet ouvrage, accompagné d'une abondante bibliographie, très suggestif par les lacunes ou imprécisions qui sont signalées au passage, est un excellent ensemble de leçons sur le sujet traité; conçu dans un esprit tout moderne, s'attachant de préférence aux acquisitions récentes, il est digne de remplacer le livre de P. J. van Beneden sur les Commensaux et parasites qui fut si longtemps classique.

L. CUÉNOT,
Correspondant de l'Institut,
Professeur à la Faculté des Sciences de Nancy.

De Beauchamp (P.), *Préparateur à la Faculté des Sciences de Paris*[1]. — **Les Grèves de Roscoff.** ETUDE SUR LA RÉPARTITION DES ÊTRES DANS LA ZONE DES MARÉES. — *1 vol. in-8° de 270 p. avec 74 phototypies, 30 dessins de* M. MÉHEUT *et 1 carte. L. Lhomme, éditeur, 3, rue Corneille, Paris*, 1914[2].

Voici l'un des plus beaux livres qu'il soit donné à un *naturaliste* d'étudier pour son instruction ou de lire pour son plaisir.

Débarrassons-nous sans plus attendre, avant d'en entreprendre l'étude, de quelques observations de détail. L'inconvénient d'introduire des néologismes est-il compensé par l'avantage de dire « bios » pour « monde vivant » et « biote » pour « être vivant »? Pourquoi ne pas parler français, tout simplement? Pourquoi détourner le mot « littérature » de son sens? Pourquoi ne pas désigner par leur nom français tous les êtres cités ou énumérés? un index alphabétique aurait permis d'indiquer les synonymes, au moins les plus importants, et cela aurait permis d'éviter aisément les difficultés taxinomiques. Enfin, il reste quelques fautes typographiques; il est regrettable, pour un ouvrage de ce genre et de cette importance, qu'elles n'aient pas été relevées.

Avant de dire ce qu'il a voulu tenter dans son ouvrage, M. de Beauchamp déclare que « pour prévenir tout malentendu, il est nécessaire de dire ici ce qu'il n'est pas ». Il sait bien qu'il n'a pas épuisé les questions qu'il a traitées et en a même laissé plusieurs complètement ou presque de côté. Il en est ainsi de celle des variations du monde vivant en fonction du temps[3]. A celle-ci se rattache l'étude méthodique du plancton, « genre de travail qui, dit M. de Beauchamp, paraît n'avoir jamais été entrepris[4] ». — Mais M. de Beauchamp avait bien assez à faire de réaliser le dessein qu'il avait formé.

Il peut sembler, il semblera même certainement aux profanes, que ce soit bien peu de chose que de se limiter à l'étude de la flore et de la faune d'un district particulier, à l'étude de l'étendue que la mer, en se retirant, laisse à découvert sur quelques kilomètres de côtes. Une telle étude peut être faite de bien des façons différentes. Mais, même faite de la façon la plus sèche et la plus ennuyeuse, elle représente un très gros travail. L'entreprise était ardue et hardie d'essayer de faire une description bionomique des Grèves de Roscoff. On peut dire que M. de Beauchamp y a réussi autant qu'il était possible de mener à bien une telle entreprise. Il a défini lui-même, dans plusieurs passages, ses ambitions. Il les a certes pleinement réalisées, ainsi que nous allons le voir.

Dans la première partie de son ouvrage, l'auteur ne fait que rappeler, comme il le dit lui-même, les conditions de distribution des êtres vivants; il y fait méthodiquement et avec grand soin l'étude des conditions écologiques de la zone des marées. « Si ce livre, dit-il [p. 61], contribue à bien poser quelques-uns des problèmes que l'avenir résoudra, il aura réalisé son ambition principale. » Il fait davantage : il contribue grandement à mettre sur la voie des solutions. Il pose les bases de sa classification en niveaux (reprenant en somme ceux qu'établirent en 1830 Audouin et Milne-Edwards), modes et faciès. Puis dans les deuxième et troisième parties est faite, de deux manières différentes, l'étude spéciale de la région considérée. La deuxième est consacrée à la description pour ainsi dire impromptue des environs immédiats de Roscoff « tels qu'ils se présentent pour une personne qui descend à la grève ». Dans la troisième sont décrits en détail les divers faciès et modalités. Or, « c'est par une étude précise des faciès avec toutes leurs subdivisions, des conséquences qu'entraîne le moindre changement pour les formes animales associées, qu'il vise à l'originalité »; et il y atteint. L'illustration y est pour beaucoup. Les belles photographies, d'après nature, de l'auteur et les dessins si originaux et expressifs de M. Méheut font une bonne part de l'ouvrage.

Malgré tout son talent et quoiqu'il ait voulu ne rien faire qui ressemblât à cela, l'auteur n'a pas su éviter des énumérations fastidieuses qui font ressembler certaines pages à des passages de catalogue[1]. Il n'est pas sûr que des personnes n'ayant pas une certaine érudition zoologique et botanique prennent grand intérêt à la lecture de tels passages; elles auraient tort, mais ne seraient pas trop blâmables. Par contre, il est telles pages — et elles sont nombreuses — qui sont tout simplement superbes, comme la description de la grotte d'Estellen-bihan [p. 164-167] (mais pourquoi l'auteur parle-t-il d'en « excuser » le lyrisme?).

Il faut retenir la conclusion finale de l'ouvrage, étayée sur de nombreux et probants exemples : « En somme, rien n'est plus faux que la conception poétique de la mer tirant tout de son sein fertile, nourrissant et différenciant de son propre fond tout ce qui vit en elle et en dehors d'elle... C'est la terre qui nourrit et varie le monde vivant littoral, comme c'est la zone littorale qui diversifie le reste du monde vivant marin. »

Puisse l'exemple de M. de Beauchamp être suivi; puisse son vœu de servir de guide pour l'étude d'autres points être satisfait (il le sera certainement un jour). Tous n'auront pas son érudition et son talent; mais tous ceux qui le suivraient apporteraient une contribution précieuse à la connaissance du monde vivant. Peut-être, comme il semble le penser lui-même [p. 148-149], les contributions les plus utiles seront-elles des études monographiques d'espèces ou de districts encore plus limités que celui qu'il a choisi (des stations étudiées « à quelques mètres près », dit-il). Les naturalistes peuvent se laisser entraîner par l'exemple d'un naturaliste fervent et ils trouveront à la grève, en même temps que des moissons de faits dont ils enrichiront la science, la sérénité qui manque parfois ailleurs et y oublieront « au contact de la nature et de la vie, les petitesses du Laboratoire »... et d'autres.

JEAN DELPHY.

1. Actuellement chargé de cours à la Faculté des Sciences de Dijon.

2. Reçu à la *Revue* en mai 1921.

3. A. E. MALARD a ébauché une telle étude : *Bull. du Mus.*, 1902. — V. également : E. PERRIER et A. E. MALARD : 4e Congrès de Zoologie, Cambridge, 1898.

4. Ce travail a été projeté par ED. PERRIER dès 1899 [Congrès des Pêches maritimes (Dieppe)] et devait être entrepris en 1907 (*Bull. Mus.*).

1. C'est une des raisons, certainement, pour lesquelles le travail de grande valeur de M. Ferronnière (1901, *Bul. Soc. Sc. Nat. Ouest*) est « trop peu lu », comme dit M. de Beauchamp. — Un Index alphabétique rendrait de grands services.

ACADÉMIES ET SOCIÉTÉS SAVANTES
DE LA FRANCE ET DE L'ÉTRANGER

ACADÉMIE DES SCIENCES DE PARIS

Séance du 12 Décembre 1921

Séance publique annuelle. Proclamation des prix et subventions décernées par l'Académie en 1921.

Séance du 19 Décembre 1921

M. le Président annonce le décès de M. **H. Parenty**, Correspondant de la Section de Mécanique. — M. **P. Zeeman** est élu Correspondant de la Section de Physique.

1° Sciences mathématiques. — M. **Em. Borel** : *La théorie du jeu et les équations intégrales à noyau symétrique.* — M. **R. Lagrange** : *Sur le calcul différentiel absolu.* — M. **J. Wolff** : Sur les séries $\Sigma (A_k/(z - \alpha_k)$. — M. **A. Denjoy** : *Sur les fonctions quasi-analytiques de variable réelle.* — M. **Et. Delassus** : *Sur les chaînes articulées fermées.* — MM. **H. Abraham** et **R. Planiol** : *Sur un chronographe astronomique de précision.* Les auteurs fractionnent le temps au moyen d'une horloge électrique auxiliaire qui bat exactement les dixièmes et demi-dixièmes de seconde, pendant chaque intervalle d'interpolation, c'est-à-dire pendant 2 secondes, et qui est automatiquement remise à l'heure et relancée à chacun des battements de l'horloge astronomique fondamentale. La précision de la lecture dépasse le centième de seconde. — M. **J.-Ph. Lagrula** : *Principe et schéma du « chronographe imprimant à synchronisation géométrique ».* Cet appareil est particulièrement simple de construction et son principe géométrique le met à l'abri de toute défaillance de synchronisation. — M. **J. Guillaume** : *Observations du Soleil faites à l'Observatoire de Lyon pendant le troisième trimestre de 1921.*

2° Sciences physiques. — M. **Ch. Richet** : *L'unité psychologique du temps.* Le temps est pour la conscience une réalité en soi, et l'unité élémentaire de ce temps est pour la conscience un douzième de seconde environ. Dans le domaine biologique, pour les organes (qui, évoluant perpétuellement, sont soumis à une succession ininterrompue de phénomènes distincts), le temps est une réalité en soi, indépendante de toutes nos mesures arbitraires, indépendante de toutes les contingences extérieures. — M. **E. Esclangon** : *Sur la relativité du temps.* Pour l'auteur, puisque la définition physique du temps peut comporter de l'arbitraire, il est clair que la simultanéité, à distance, n'a pas de sens réel. — M. **J. Le Roux** : *Interférence et réflexion dans un système mobile.* — M. **A. Boutaric** : *Le rayonnement nocturne au Mont-Blanc.* Le rayonnement nocturne au Mont-Blanc prend sa valeur maxima peu après le coucher du Soleil et décroît ensuite légèrement au cours de la nuit, comme au niveau de la mer. Contrairement à l'opinion courante, le rayonnement nocturne n'est pas exceptionnellement intense aux grandes altitudes. — M. **G. Gouy** : *Sur la tension superficielle des électrolytes électrisés.* L'absence constatée par M. Michaud d'effet de l'électrisation sur la tension superficielle des électrolytes n'est pas une objection à la théorie des ions; elle s'explique bien dans cette théorie en renonçant à l'idée d'une accumulation des ions à la surface même, qui entraîne toujours des difficultés. — MM. **J. Chappuis** et **Hubert-Desprez** : *Electrolyse par les courants vagabonds.* Les expériences des auteurs montrent que, d'une façon générale, l'électrolyse réalisée dans le sol se comporte très différemment de l'électrolyse réalisée dans un liquide. — M. **Taffin** : *Mesure de la double réfraction dans le verre trempé.* Description de l'appareil et de la méthode utilisés par l'auteur pour mesurer la biréfringence sur des prismes de verre. — M. **M. Siegbahn** : *Nouvelles mesures de précision dans le spectre de rayons X.* L'auteur a obtenu comme valeur moyenne de l'angle de réflexion de premier ordre de la radiation $K\alpha_1$ du cuivre sur la calcite : 14°42'0",6, ce qui donne pour la longueur d'onde 1537,302. 10^{-11} cm. — M. **A. Sellerio** : *Analogies et différences entre l'effet galvanomagnétique et son corrélatif thermomagnétique.* Dans la même plaque et avec le même champ, on rencontre des différences très remarquables entre les deux effets. Cela est un obstacle à toute théorie qui tend à unifier les phénomènes thermiques et électriques dans les métaux, en les rapportant à un modèle unique. — M. **J. Duclaux** : *Le mécanisme du rayonnement lumineux continu.* L'auteur a émis une hypothèse d'après laquelle l'émission et l'absorption du spectre continu sont sous la dépendance de l'établissement ou de la rupture des valences chimiques. Cette hypothèse a reçu des confirmations intéressantes par l'étude des spectres d'absorption des gaz mono et diatomiques et des spectres d'émission. — M. **B. Bogitch** : *Sur les dilatations à de hautes températures de quelques matériaux réfractaires.* L'allongement le plus faible se rapporte à la brique de bauxite fondue, riche en alumine et pauvre en silice, qui est donc indiquée pour les fours à allure brutale. La dilatation de la brique de silice est des plus irrégulières et fait place à une faible contraction au-dessus de 1.000°. La magnésie et la chromite présentent de forts allongements et ne conviennent qu'aux fours à marche continue. — MM. **G. Friedel** et **L. Royer** : *Sur les mélanges de liquides anisotropes et l'identité des liquides stratifiés de Grandjean avec les liquides du type azoxyphénétol.* Les mélanges de corps susceptibles de fournir des liquides anisotropes ne laissent jamais apparaître aucun intermédiaire entre les quatre types jusqu'à présent connus de la matière : 1° matière cristallisée; 2° matière à coniques; 3° matière à fils; 4° matière amorphe. — M. **A. Charriou** : *Sur l'entraînement de la chaux par les précipités d'oxyde ferrique.* Pour se rapprocher dans les analyses chimiques des conditions d'entraînement minimum, il faut opérer sur une liqueur très peu concentrée en chlorure de calcium et employer une quantité d'ammoniaque aussi faible que possible

pour précipiter l'oxyde ferrique. — M. **R. Lespieau** : *Sur l'érythrite acétylénique.* L'action de l'aldéhyde monochlorée sur le dérivé magnésien de l'acétylène donne une masse visqueuse qui, traitée par Br, finit par fournir des cristaux du dibromure de l'érythrite acétylénique dichlorée $CH^2Cl.CHOH.CBr : CBr.CHOH.CH^2Cl$. — MM. **J. B. Senderens** et **J. Aboulenc** : *Hydrogénation catalytique des polyphénols par voie humide.* Les auteurs ont obtenu la réduction des polyphénols par voie humide en présence de nickel en opérant sous une pression assez forte à une température aussi basse que possible, dans une bombe soumise à un mouvement d'agitation. Dans ces conditions, la résorcine est transformée en cyclohexanediol-1 : 3. — M. **E. Grandmougin** : *Sur les indigos halogénés.* — M. **R. Fosse** : *Synthèse d'un principe azoté des végétaux, l'acide cyanhydrique, par oxydation de l'ammoniaque et des hydrates de carbone, de la glycérine ou de l'aldéhyde formique.* Cette synthèse peut s'obtenir assez facilement en présence d'un sel d'argent ou de mercure. — M. **H. Hérissey** : *Synthèse biochimique du méthyl-d-mannoside α.*

3° Sciences naturelles. — MM. **P. Termier** et **L. Joleaud** : *Résumé de nos connaissances sur la nappe de Suzette. La question de son origine.* La nappe de Suzette ne contient que du Trias, formé presque exclusivement de cargneules ; c'est une immense mylonite de Trias. Elle provient sans doute d'une région des Alpes où le Trias était très puissant, probablement enfouie aujourd'hui sous les schistes lustrés de la zone frontière franco-italienne. — M. **P. Viennot** : *Le bord méridional du Flysch nord-pyrénéen entre la vallée d'Aspe et celle du Saison.* La présence de nombreuses lames exotiques le long de la bordure méridionale du Flysch nord-pyrénéen dans ce secteur prouve le caractère anormal de ce contact. C'est la base tectonique d'une nappe, ou tout au moins d'un bourrelet du Flysch, apparemment poussé au sud par les terrains d'âge antérieur. — M. **J. Yung** : *Sur la tectonique hercynienne des Vosges.* Les divers granites des Vosges ne forment pas des massifs indépendants, placés au hasard. La répartition des différentes variétés met, au contraire, en évidence des directions générales de plissements qui permettent de réunir en un même ensemble tectonique les différents lambeaux de gneiss et de terrains primaires qu'on jugeait jusqu'ici disparates. — M. **P. Corbin** : *Observations nouvelles sur la bordure orientale des monts de Lans.* — Mlle **J. Pfender** : *Sur la présence de galets exotiques au port d'Alon (Var).* La présence de galets exotiques reconnus par l'auteur apporte un argument de plus en faveur de l'existence, au large des côtes de Provence, d'une ancienne terre dont la disparition sous les eaux daterait d'une époque très récente. — M. **Emm. de Martonne** : *Sur les plates-formes d'érosion des Monts métallifères du Banat.* L'auteur a observé dans cette région quatre plates-formes d'érosion, dont il a déterminé l'âge. — Mlle **Y. Boisse de Black** : *Recherches sur les alluvions mindéliennes dans la haute vallée de la Cère et sur le plateau de Lacapelle-Barrez (Cantal).* — MM. **P. Loisel** et **R. Castelnau** : *Sur la radioactivité des eaux du Mont-Dore.* Ces sources, par leur teneur en émanation, appartiennent au groupe des sources faiblement radioactives, mais leur débit considérable produit un dégagement important d'émanation dans l'atmosphère environnant les sources. — MM. **Ch. Jacob** et **M. Removille** : *Sur une chute de météorites en Cochinchine.* Cette chute s'est produite le 30 juin 1921 ; deux fragments recueillis à Soc Trang et Rach Gia présentent la constitution de sporadosidères typiques. — M. **G. Arnaud** : *Sur les affinités des Erysiphées et des Parodiopsidées.* L'auteur décrit une Parodiopsidée nouvelle chez laquelle le mycélium interne présente une réduction considérable, ce qui la rapproche des Erysiphées. — M. **L. Blaringhem** : *Hérédité des caractères physiologiques chez les hybrides d'Orges.* L'auteur montre que les caractères physiologiques de ces hybrides sont intimement liés à la structure anatomique des individus et sont plastiques comme elle avec l'âge. — M. **G. André** : *Sur les transformations que subissent les oranges au cours de leur conservation.* La diminution de l'acidité qui se produit au cours de la conservation n'est pas uniquement imputable à une oxydation, puisqu'elle a lieu même dans le vide. Elle paraît devoir être mise aussi en partie sur le compte d'un dédoublement de nature diastasique. — M. **M. Bridel** et Mlle **M. Braecke** : *Sur la présence de saccharose et d'aucubine dans les graines de* Melampyrum arvense *L.* — M. **P. Dangeard** : *Sur l'évolution des grains d'aleurone du ricin pendant la germination.* Une grande vacuole à contenu très liquide peut se morceler, prendre une consistance demi-fluide (filaments, réseaux) ou même presque solide (grains d'aleurone), puis de nouveau passer par des états filamenteux ou réticulés et revenir à l'état de grande vacuole. — M. **A. Demolon** : *Sur le pouvoir sulfoxydant des sols.* Ce sont les terres légères riches en matières organiques qui présentent le pouvoir sulfoxydant maximum (75 mgr. de S pour 100 gr. de milieu). Les microbes qui oxydent le S élémentaire dans le sol sont des germes ammonifiants. — MM. **L. Ravaz** et **G. Vergé** : *Sur la germination des spores du mildiou de la vigne.* La chaux, en se carbonatant, perd trop vite ses propriétés toxiques à l'égard des spores du mildiou pour être pratiquement efficace. La bouillie cupro-calcique résiste longtemps à l'entraînement par les eaux de pluie ou de rosée, et elle leur cède des doses de cuivre très largement suffisantes pour les rendre impropres au développement des germes du mildiou. — MM. **L. Léger** et **E. Hesse** : *Microsporidies à spores sphériques.* Les auteurs ont trouvé des Microsporidies chez lesquelles la spore, toujours extrêmement petite, est parfaitement sphérique, au lieu d'être ovoïde ou piriforme. Ils créent pour ces formes un genre nouveau, *Cocconema.* — MM. **R. Legroux** et **J. Jimenez** : *Facteur de croissance dans les cultures de* Leishmania Donovani. Dans les cultures *in vitro* de *Leishmania*, ceux-ci utilisent pour leur croissance une substance provenant de l'altération des globules blancs et qui passe dans le sérum. — M. **L. Mercier** : *La larve de* Limnophora aestuum *Villen., Diptère marin.* — M. **A. Michel** : *Interprétation de la profonde différenciation histologique des élytres et cirres dorsaux des Annélides Aphroditiens.* — M. **J. Lichtenstein** : *Le déterminisme de la ponte chez un Chalcidien* Habrocytus cionicida. Chez les femelles vierges ou venant d'être fécondées, le détermi-

nisme de la perforation dépend de facteurs externes, probablement d'un contact ou d'un équilibre particulier. Chez celles qui ont effectué déjà un certain nombre de pontes, un facteur physiologique domine les autres; mais il n'est pas assez puissant, en général, pour provoquer l'émission de l'œuf qui est sous la dépendance de la sensation tactile d'un plein spécial. — M. L. **Roule** : *Sur les changements périodiques d'habitat du thon commun* (Orcynus thynnus) *et leur liaison avec les conditions de milieu.* Le thon commun se tient dans les eaux à isothermes et à isohalines déterminées; c'est en elles qu'il accomplit ses migrations de rassemblement et de dispersion. Non seulement il s'y déplace selon la conduite de ces migrations, mais il suit également ces eaux dans leurs propres mouvements d'extension ou de retrait selon les saisons ou les courants. — MM. G. **Bourguignon** et A. **Radovici** : *Chronaxies des nerfs sensitifs rachidiens du membre supérieur de l'homme.* Il y a au membre supérieur 4 chronaxies sensitives comme il y a 4 chronaxies motrices, et les chronaxies sensitives et motrices sont égales entre elles pour une même région. La classification des nerfs sensitifs par la chronaxie est associée à la classification fonctionnelle des muscles et des nerfs moteurs. Cette association explique en partie certains réflexes (radio-périosté, etc.). — MM. E. **Nicolas** et P. **Rinjard** : *La vaccination des Bovidés contre la peste bovine.* Les auteurs ont constaté qu'en employant des doses convenables dans la vaccination des Bovidés par la méthode de Kolle et Turner, on réalise une immunisation active et silencieuse, sans provoquer de réaction apparente chez les sujets neufs, donc sans créer de foyer dangereux dans la zone d'application.

SOCIÉTÉ FRANÇAISE DE PHYSIQUE

Séance du 2 Décembre 1921

M. M. **Garvin** : *Remarque au sujet des miroirs pour appareils de mesure.* Les miroirs sphériques pour galvanomètres, électromètres, etc. sont généralement constitués par des *lames de verre d'épaisseur* à peu près *uniforme*, argentées sur leur face postérieure (face convexe) : même quand les surfaces sont de qualité convenable (cas assez rare), un satellite provenant de la réflexion vitreuse vient se former, à de presque introuvables exceptions près, à côté de l'image fournie par l'argenture. Dans le cas de la lecture sur échelle transparente, on peut, par une disposition convenable du miroir, rendre l'image parasite peu gênante, et même utile. Avec un spot ponctuel employé pour l'enregistrement photographique, le cliché est sali par une courbe parasite qui, dans certains cas, diminue la précision des mesures ou provoque des hésitations. Dans ce second cas, il vaut beaucoup mieux employer, quand une inertie exceptionnellement faible (oscillographes, par exemple) n'est pas de rigueur, des *lentilles minces* argentées sur la face opposée à celle qui reçoit la lumière : diverses dispositions étant possibles, l'auteur a cherché à déterminer *pratiquement* celle donnant les meilleurs résultats. A cet effet, l'auteur a étudié, en collaboration avec M. G. **Ranque**, l'influence de l'aberration chromatique et de l'astigmatisme des systèmes catadioptriques ainsi constitués, systèmes dont le type classique se compose d'une lentille *plan-convexe* argentée sur sa face *plane*. 1° *Aberration chromatique* : Il faut tenir compte, au réglage de l'enregistreur, du « foyer chimique »; mais cela ne constitue pas une difficulté : cependant il vaudrait mieux que l'achromatisme fût bon, donc que la convergence provînt surtout de la face argentée. 2° *Astigmatisme* : Les lieux des focales et du cercle de moindre diffusion diffèrent beaucoup, suivant le choix des courbures réalisant une convergence déterminée : de ce choix dépend la possibilité d'une mise au point restant satisfaisante pour des déviations assez grandes. A ce point de vue, comme au précédent, la disposition classique citée plus haut est *très mauvaise* : on doit lui préférer soit une lentille *biconvexe* symétrique argentée sur l'une de ses faces, soit une lentille *plan-convexe* argentée sur sa *face convexe*. L'idéal serait vraisemblablement un *ménisque* (non sans analogie avec le miroir Mangin). — M. P. **Langevin** : *Sur les grandeurs champ et induction.* La discussion soulevé à la Société à propos des unités de champ et d'induction magnétiques semble se prolonger sans que les opinions très divergentes émises se soient sensiblement rapprochées. Il est cependant indispensable d'arriver à une entente, dans l'intérêt commun de la Science, de la technique et de l'enseignement. La difficulté tient à ce que la question posée se rattache de très près aux problèmes fondamentaux de la constitution des systèmes d'unités et de la nature des grandeurs physiques. *Il n'est possible*, en effet, *de confondre et de désigner sous le même nom les unités de champ et d'induction que si les deux grandeurs peuvent être considérées comme étant de même nature.* Une unité est une grandeur particulière de la nature de celles qu'elle sert à mesurer et l'on ne peut, sans créer de confusion, donner le même nom à des unités de natures différentes. Il faut tout d'abord donner un sens précis à la question de savoir si deux grandeurs sont ou non de même nature. Il ne suffit pas, pour qu'on puisse affirmer l'identité, que les dimensions soient les mêmes, c'est-à-dire que les mesures varient dans un même rapport quand on modifie les unités fondamentales ou les constantes arbitraires du système. *Il faut encore que ces mesures varient de la même manière quand on change le système de coordonnées d'espace ou, plus généralement, le système de référence employé.* Quand on applique ce critérium aux grandeurs champ et induction, on constate le fait remarquable que les équations de Maxwell, dans lesquelles est contenu l'essentiel des lois de l'électromagnétisme, *conservent exactement leur forme simple habituelle pour un changement quelconque du système de coordonnées* ou, plus généralement, du système de référence au sens de la relativité généralisée, *aussi bien dans le vide que dans un milieu matériel quelconque en repos ou en mouvement par rapport aux observateurs à condition que les composantes du champ et de l'induction magnétiques subissent des transformations différentes.* L'égalité des mesures du champ et de l'induction dans le vide ne peut exister qu'avec des axes rectangulaires et disparaît dans tout autre système de coordonnées. *Elle n'a donc aucune signification intrinsèque.*

La théorie de relativité généralisée montre de plus que *les équations de Maxwell conservent encore leur forme pour un système de référence quelconque dans un milieu quelconque et en présence d'un champ de gravitation quelconque à condition que les composantes du champ et de l'induction subissent des transformations différentes.* Ces équations simples expriment ainsi, non seulement les lois de l'électromagnétisme, mais aussi l'influence de la gravitation sur les phénomènes électromagnétiques. Il est donc nécessaire de considérer comme distinctes les grandeurs *champ* et *induction* magnétiques, aussi bien que les grandeurs électriques correspondantes qui sont respectivement l'*induction* et le *champ* électriques, et *d'employer pour les mesurer des unités différentes portant des noms différents.* — M. **G. Gaillard** : *Mesure du temps dans l'échange des températures.* L'auteur a repris les observations qu'il avait communiquées l'année dernière en utilisant, au lieu de thermomètres à mercure, alcool ou toluène, un petit ballon de verre de 5 cm^3 rempli d'air, faisant fonction de thermomètre à air en même temps que de calorifère et relié à une capsule de Marey permettant l'enregistrement. On plonge ce ballon, qui est à la température ambiante, dans un volume de 200 cm^3 du liquide à étudier, maintenu à 0° au milieu d'une masse de glace fondante environ 10 fois plus grande; l'écart des températures est choisi pour qu'il ne dépasse pas 8° à 10°. On mesure ainsi le temps que l'air contenu dans le ballon et ce dernier mettent à perdre la température à laquelle ils se trouvaient pour arriver à 0°, et non pas seulement ce qu'on appelle leur conductibilité. Avec AzO^3H à 36°B., HCl à 22°, et SO^4H^2 à 60°, on constate des écarts qui ne correspondent point à la différence de densité des concentrations de ces acides, bien que ces différences interviennent, et qui permettent de les ranger dans l'ordre où ils sont nommés. Dans les solutions aqueuses des deux derniers, et surtout de SO^4H^2 avec lequel l'échange des températures est bien moins rapide que pour l'eau, le temps employé augmente avec la concentration. Après AzH^3 à 22° B., dans lequel l'échange est le plus rapide, se rangent les lessives de potasse et de soude à 36° B. Alors que NaCl en solution aqueuse a une action peu appréciable, $MgCl^2$ et $BaCl^2$ pour des solutions de même concentration amènent, le premier, un retard sensible et, le second, un retard plus considérable. Avec les solutions de $S^2O^3Na^2$, de KI et I, etc., on constate des variations du même sens, mais de valeurs très différentes, pour chacun de ces corps. Les phénomènes de convection ne jouent pas dans ces échanges le rôle qu'on pourrait être tenté de leur attribuer. La viscosité ne semble pas davantage avoir une action décisive. Il serait prématuré d'interpréter ces résultats encore trop peu nombreux, qui ne fournissent que des indications et ne sauraient prétendre constituer de véritables mesures. Ils prennent néanmoins une signification intéressante si on les compare à ceux que M. Gaston Gaillard a obtenus en recherchant le temps que la précipitation met à apparaître, et il semble qu'en les rapprochant ils se confirment mutuellement. Ainsi que l'auteur l'a indiqué dans sa précédente communication, il ressort de ces observations que les variations dans le temps employé pour l'échange des températures ne paraissant pas pouvoir être rattachées directement à la conductibilité ou à la chaleur spécifique; il semble qu'il faille faire intervenir un coefficient de temps, tout corps n'étant susceptible d'emprunter ou de céder une quantité de chaleur à un autre pour des différences de températures données que dans un temps dépendant de l'ensemble de ses caractères physiques et chimiques et ayant, par suite, une valeur spécifique.

SOCIÉTÉ DE BIOLOGIE

Séance du 10 *Décembre* 1921

M. **M. Kollmann** : *Régénération caudale chez les Batraciens. Un facteur réglant les dimensions de la partie régénérée.* L'un des facteurs qui règlent le volume de la partie régénérée, c'est la valeur de la surface de régénération. Or cette dernière résulte de la régulation. Donc la régulation inhibe la régénération, comme inversement la régénération entrave la régulation. — M. **E. Fauré-Frémiet** : *Variation périodique de la sensibilité de l'œuf de* Sabellaria alveolata *L. aux solvants des graisses.* L'auteur a montré que la substance fondamentale du cytoplasma des *Sabellaria* se gonfle sous l'action des solvants des graisses (alcool, éther, chloroforme) en solution dans l'eau de mer. Si l'action d'un tel mélange se prolonge, on observe une précipitation des albuminoïdes cytoplasmiques et une cytolyse rapide, qui présente un rythme régulier suivant le stade auquel se trouve l'œuf. 5 minutes après la ponte, les œufs ont une sensibilité moyenne, qui s'accroît bientôt pour descendre ensuite à zéro, puis remonter jusqu'à un maximum remarquable au début de la métaphase de la première figure de maturation; la sensibilité diminue de nouveau avant de remonter encore et ainsi de suite. — M. **A. Vaudremer** : *Un procédé de culture homogène rapide du bacille tuberculeux.* Les bacilles tuberculeux humains et bovins ensemencés en surface poussent en voile sur bouillon de pomme de terre; ensemencés en profondeur, ils donnent dans ce milieu des cultures homogènes qui troublent uniformément ce bouillon. Les bacilles composant ces cultures homogènes sont agglutinés par un sérum tuberculeux humain.

Séance du 17 *Décembre* 1921

M. **T. Rietz** : *Tremblement pendant l'anesthésie générale et moyen de l'empêcher.* Au cours de l'anesthésie générale, les malades présentent parfois des tremblements qui peuvent gêner l'opérateur. Chez la plupart d'entre eux, on les fait disparaître immédiatement en comprimant très fortement le creux carotidien. — M. et Mme **L. Lapicque** : *Quelques mesures de concentration en chlore et en électrolytes et de concentration moléculaire totale chez les Laminaires.* La concentration moléculaire globale des substances solubles est, chez le *L. flexicaulis* à l'état sain, notablement supérieure à celle de l'eau de mer; l'excès correspond à un abaissement du point de congélation d'environ un demi-degré. En été et en hiver, cette concentration est sensiblement la même, mais se compose d'éléments différents; les sels de l'eau de mer en forment la moitié ou

un peu plus en été et les 7/10 en hiver. — MM. **E. Fauré-Frémiet** et **Pierre Girard** : *Endosmose électrique des cellules du foie chez le Rat blanc.* L'endosmose électrique constitue un moyen d'imposer aux cellules d'un tissu vivant, en place et normalement irrigué, des modifications remarquables. Les altérations décrites se séparent, et sur le foie d'un animal sacrifié quelques jours après avoir subi l'épreuve de l'endosmose électrique, elles semblent avoir disparu. — M. **P.-L. Violle** : *De l'influence de la digestion sur les éliminations urinaires.* La chute de la diurèse après les repas est caractéristique. La quantité des chlorures éliminés est exactement proportionnelle à la quantité d'eau éliminée. La courbe de l'urée suit approximativement celle des chlorures, mais avec des variations plus faibles.

M. **Marcel Labbé** est élu membre titulaire de la Société, M. **Ed. Laguesse** membre associé, et MM. **Sigalas** et **Weill** membres correspondants nationaux.

SOCIÉTÉ ROYALE DE LONDRES

Séance du 3 Novembre 1921

1° Sciences mathématiques. — M. **L. Bairstow**, Mlles **B. M. Cave** et **E. D. Lang** : *Le mouvement lent à deux dimensions des fluides visqueux.* — M. **G. I. Taylor** : *Expériences avec des fluides en rotation.*

2° Sciences physiques. — M. **T. R. Merton** : *Le spectre des isotopes du plomb.* La comparaison des longueurs d'onde de 5 lignes des spectres du plomb ordinaire et du plomb retiré de la carnotite australienne montre des différences qui ne sont pas constantes, mais qui varient pour les diverses lignes. La différence de longueur d'onde observée pour la principale ligne, $\lambda = 4.058$, est environ 200 fois plus grande que celle qu'on déduit théoriquement. — MM. **C. V. Raman** et **B. Ray** : *Les couleurs de transmission des suspensions de soufre.* Quand on ajoute quelques gouttes d'acide sulfurique à une solution diluée de thiosulfate de sodium, il se forme graduellement un précipité de soufre dans le liquide ; la suspension devient d'abord pratiquement opaque aux plus courtes longueurs d'onde, et plus tard aux plus longues, puis regagne partiellement sa transparence, les longueurs d'onde les plus courtes reparaissant les premières, et ensuite les plus longues. — M. **E. F. Burton** et Mlle **E. Bishop** : *La loi de distribution des particules dans une solution colloïdale.* — M. **H. C. H. Carpenter** et Mlle **C. Elam** : *La production de cristaux isolés d'aluminium et leurs propriétés élastiques.* Les auteurs opèrent sur une portion d'une feuille d'aluminium de $4 \times 1 \times 0,125$ pouce, consistant en 1.687.000 cristaux environ. La transformation de cette partie en un seul cristal nécessite un traitement calorifique de 6 h. à 550°, une tension de 2,4 tonnes par pouce carré produisant un allongement moyen de 1,6 % sur 3 pouces, et un traitement final commençant à 450° et se terminant à 600°. La ténacité des cristaux isolés varie de 2,8 à 4,08 tonnes par pouce carré, tandis que l'allongement sur 3 pouces varie de 34 à 86 % suivant l'orientation du cristal par rapport à la traction. Des expériences sur des barreaux ronds ont abouti également à la formation de cristaux isolés.

Séance du 10 Novembre 1921

Sciences naturelles. — M. **A. J. Wilmott** : *Recherches expérimentales sur l'assimilation et la respiration végétales.* XIV. *Assimilation des plantes aquatiques submergées dans des solutions diluées de bicarbonates et d'acides.* La tige coupée d'une plante aquatique immergée dans de l'eau à laquelle on a ajouté un acide libre dégage des bulles d'acide carbonique avec une vitesse accrue ; ce résultat est dû à l'effet de l'acide sur les carbonates présents. Quand on emploie de l'eau douce, on n'observe aucune accélération. — MM. **F. Kidd**, **C. West** et **G. E. Briggs** : *Analyse quantitative de la croissance de l'*Helianthus annuus. I. *Respiration de la plante et de ses parties pendant le cycle évolutif.* Les auteurs nomment « indice respiratoire » la quantité de CO^2 en mgr. par gr. de poids sec et par heure produite par le tissu en état de respiration dans des conditions types ; c'est une mesure très approchée de la « quantité effective de matière cellulaire respirant ». L'indice respiratoire de la plante entière et des organes individuels diminue tout le long du cycle évolutif ; cette diminution va de 3 à 0,3 dans le cas de la plante entière. Elle suit de très près la chute de la « vitesse de croissance relative ». — MM. **A. R. Ling** et **D. R. Nangi** : *La longévité de certaines espèces de levures.* Les auteurs ont constaté que des cultures de levures préparées en 1887 par feu le Prof. Hansen étaient toujours vivantes ; mais ils n'ont pu déterminer la forme sous laquelle elles avaient maintenu leur vitalité. Le *S. apiculatus* hiverne dans le sol ; comme la levure avec laquelle Hansen travaillait ne forme pas d'endospores, elle peut s'être conservée sous forme de spores de repos.

Le Gérant : Gaston Doin.

Sté Gle d'Imp. et d'Ed., rue de la Bertauche, 1, Sens.

33e ANNÉE N° 2 30 JANVIER 1922

Revue générale des Sciences pures et appliquées

FONDATEUR : LOUIS OLIVIER

DIRECTEUR : J.-P. LANGLOIS, Professeur au Conservatoire national des Arts-et-Métiers, Membre de l'Académie de Médecine

Adresser tout ce qui concerne la rédaction à M. J.-P. LANGLOIS, 8, place de l'Odéon, Paris. — La reproduction et la traduction des œuvres et des travaux publiés dans la *Revue* sont complètement interdites en France et en pays étrangers y compris la Suède, la Norvège et la Hollande

CHRONIQUE ET CORRESPONDANCE

§ 1. — Distinctions scientifiques

Le Jubilé scientifique du Professeur H. Le Chatelier. — Le 23 janvier, les amis et admirateurs de M. Henry Le Chatelier se sont réunis à l'amphithéâtre de Chimie de la Sorbonne pour remettre à l'éminent professeur et académicien une médaille d'or frappée en souvenir de toute une vie de laborieuses recherches scientifiques et techniques.

M. G. Noblemaire, ancien directeur des Chemins de fer P.-L.-M., qui présidait cette cérémonie, a rappelé les diverses étapes de la carrière du savant, marquées par une série de découvertes dont la plupart ont reçu d'importantes applications industrielles : étude de la constitution des ciments et produits hydrauliques, et mécanisme de leur durcissement; travail, en collaboration avec Malard, sur les mélanges gazeux et la vitesse de propagation de la combustion dans leur sein ; recherches sur le chauffage industriel et réalisation du pyromètre thermo-électrique; étude de la constitution des alliages métalliques et construction d'un microscope métallographique; établissement d'un certain nombre de lois importantes de mécanique chimique, qui permettent aujourd'hui de prédire à l'avance le sens des réactions chimiques.

MM. Molliard, doyen de la Faculté des Sciences, Bertin, président de l'Académie des Sciences, et Trasenster, délégué de l'Université de Liége, se sont ensuite associés à l'hommage rendu à M. Le Chatelier.

La souscription internationale ouverte à l'occasion de ce jubilé a laissé un reliquat de plus de 100.000 francs, dont M. H. Le Chatelier a décidé de faire don à l'Académie des Sciences en vue de favoriser la recherche scientifique. L'éminent savant a voulu, par ce geste généreux, souligner une fois de plus l'importance de la recherche et faciliter à d'autres l'entrée dans une voie où il a trouvé de si brillants succès.

§ 2. — Physique

Démonstration des discontinuités de l'aimantation par les amplificateurs et le téléphone. — Barkhausen a découvert en 1919 que, lorsqu'on soumet une substance ferromagnétique à l'action d'un champ magnétique croissant d'une manière continue, l'accroissement de l'aimantation produit des discontinuités. Cet effet a été mis en évidence par les courants induits dans une bobine qui, renforcés par un amplificateur à lampes, sont reçus dans un téléphone. Celui-ci rend un son caractéristique qui est, suivant le nombre et l'importance des discontinuités, un bruissement ou un crépitement. Ce phénomène a fait depuis lors l'objet d'une étude de M. B. van der Pol Jr. qui a noté un certain nombre de ses particularités.

Ces discontinuités se rattachent à la partie irréversible des variations d'aimantation. Elles n'apparaissent abondantes que dans les régions de variation rapide des cycles, c'est-à-dire surtout pour des champs voisins du champ coercitif. Van der Pol admet qu'elles sont causées par des modifications brusques de la direction de l'aimantation spontanée qui se produisent dans l'étendue des cristaux élémentaires composant les substances isotropes en apparence.

MM. P. Weiss et G. Ribaud ont pu, avec deux amplificateurs basse fréquence de trois lampes en série et un ensemble de deux téléphones rendus haut par-

leurs par l'adjonction de cornets acoustiques, faire entendre ce phénomène à un auditoire nombreux.

Voici quelques expériences faciles à montrer :

1° *Magnétite.* — Avec une plaque de cette substance de 7 cm. de longueur, taillée dans un beau cristal de Brozzo parallèlement à la face de l'octaèdre, on obtient un bruissement très intense. Cette observation s'accorde bien avec l'étude directe des propriétés magnétiques, qui montre que la symétrie cubique n'est que grossièrement réalisée et résulte sans doute d'un groupement d'édifices cristallins de symétrie moindre. Le bruit observé résulte des grains, probablement assez gros, de ce groupement.

2° *Fer doux, invar.* — Avec des tiges ou des fils de ces deux substances l'observation est très facile; il est particulièrement intéressant de constater que si, après avoir aimanté la substance dans le sens positif, par exemple, on fait agir un champ négatif h de l'ordre du champ coercitif, le phénomène n'existe plus pour toutes les variations du champ comprises entre h et zéro. Cela tient à ce que, dans ces limites, les variations d'aimantation sont, depuis lors, réversibles. Si l'on dépasse la limite h en faisait agir un champ démagnétisant un peu plus fort h', le phénomène réapparaît, après quoi c'est h' qui est la limite de la région silencieuse. C'est comme si la réserve de bruit avait été épuisée jusqu'en h d'abord, jusqu'en h' ensuite.

3° *Champ terrestre.* — Si, plaçant la magnétite de l'expérience ci-dessus dans une bobine induite, on l'aimante d'abord avec un aimant en acier dans le sens du champ terrestre, puis, après avoir éloigné l'aimant, on la retourne bout pour bout de manière à faire agir le champ terrestre en sens inverse de son aimantation, on entend nettement le bruit caractéristique.

4° *Viscosité magnétique.* — Elle est facile à observer avec un tore qui a été aimanté dans le sens positif, par exemple, et que l'on soumet brusquement à un champ négatif. Quand ce dernier est voisin du champ coercitif, la viscosité se manifeste par le bruissement dû aux discontinuités, qui continue avec une grande intensité pendant un temps assez long (jusqu'à 14 secondes).

§ 3. — Electricité industrielle

Installations actuelles de la station radiotélégraphique de Nauen (Allemagne). — La station radiotélégraphique de Nauen a subi, pendant la guerre et depuis l'armistice, diverses modifications importantes qui l'ont appropriée à l'application des procédés de travail les plus modernes et ont permis de la mettre en exploitation régulière comme poste commercial, entre les mains d'une compagnie nouvelle, spécialement créée à cette fin, sous la dénomination de « Société anonyme de télégraphie sans fil transocéanique » (*Trans Radio*); son objet est principalement aujourd'hui d'assurer l'échange des communications entre l'Allemagne et les pays extra-européens, particulièrement ceux de l'Amérique, sans emprunter les câbles sous-marins détenus par la Grande-Bretagne; depuis 1919, elle correspond avec la station du Gouvernement des Etats-Unis à New-Brunswick et, depuis 1920, avec celle d'Annapolis ; mais les temps pendant lesquels ces deux postes peuvent se tenir à sa disposition sont limités, et insuffisants pour permettre l'échange des correspondances à assurer. Aussi des négociations actives sont-elles poursuivies avec les grandes compagnies étrangères, spécialement avec la Radio-Corporation, pour étendre les relations ; depuis août 1920, le poste d'Annapolis n'est plus appelé à recevoir de Nauen que les communications officielles ; les correspondances privées sont transmises à la station de Marion, de la Société américaine susvisée ; comme cette station elle-même est prise, pendant une partie du jour, pour ses communications avec la station de l'Etat à Stavanger, en Norvège, les pourparlers se poursuivent en vue de l'établissement de relations américano-allemandes supplémentaires; en attendant, Nauen correspond avec la plupart des centres européens et avec divers postes lointains, de toutes les parties du monde, et il transmet journellement, en dehors de l'Europe, des télégrammes de presse réguliers, représentant une moyenne de 100 mots par jour et, en Europe, des correspondances du même genre, pour un total de 1.000 mots ; son trafic annuel dépasse 3 millions de mots (en 1920 : 2.289.485 mots transmis et 849.644 mots reçus).

Le poste fonctionne aujourd'hui, en ordre principal, au moyen d'ondes entretenues produites à l'aide d'alternateurs à haute fréquence et de doubleurs de fréquence statiques ; il a conservé un équipement à étincelles brisées musicales, mais cet équipement n'a plus qu'un rôle accessoire : il sert uniquement à la transmission des signaux horaires. Quant à l'installation de machines à haute fréquence, elle est double : elle comprend, d'une part, deux machines de 400 kw., pour les relations transocéaniques, et, d'autre part, une machine de 130 kw. pour les relations européennes ; ces machines consistent essentiellement en un moteur électrique et un alternateur à 6.000 ou 8.000 périodes ; la fréquence, obtenue à l'alternateur est quadruplée, dans le cas des grosses machines, à l'aide de deux doubleurs de fréquence ce qui donne une fréquence de 24.000 périodes ; pour la machine de 130 kw., il y a trois doubleurs successifs, conduisant à une fréquence de 64.000 périodes; dans l'un comme dans l'autre cas, les doubleurs de fréquence, consistent chacun en un système de deux transformateurs statiques, à circuit magnétique fermé, et saturé par un courant continu permanent circulant dans un circuit d'excitation spécial; les enroulements primaires sont alimentés par le courant à haute fréquence de l'alternateur; les enroulements secondaires sont ainsi le siège de forces électromotrices alternatives de fréquence double de celle des courants primaires et qui donnent lieu à un courant alternatif rendu sinusoïdal grâce à des bobines de self et à un condensateur approprié, le montage étant fait suivant la méthode de Joly ; les alternateurs sont des alternateurs à fer tournant, inducteur et induit fixes, sans bagues, ni balais ; ils marchent à 1.500 t.m ; et, pour les grosses machines, dont le diamètre est de 1m.65, la vitesse périphérique du rotor est de 130 m. par seconde; ces machines sont refroidies par une ventilation énergique, qu'assurent deux ventilateurs montés sur le rotor, et par une circulation d'eau dans des canaux

ménagés dans le système magnétique feuilleté de l'inducteur et de l'induit.

De même qu'il y a deux équipements de production d'ondes, il y a deux antennes distinctes : l'une pour le service transocéanique, l'autre pour le service européen ; la première est une antenne en T orientée dans la direction Nord-Sud et formée d'un nappe de 5 fils suspendue à 260 m. de hauteur, au milieu, et à 120 m. de hauteur aux extrémités; la longueur utile de cette nappe est de 1.200 mètres. L'antenne pour le service européen est orientée dans la direction Est-Ouest ; elle est formée de 16 fils de 360 m. de longueur, suspendus, d'une part à un câble tendu entre 2 mâts de 155 m. de hauteur et d'autre part à une barre de 18 m. de longueur montée au sommet d'un mât de 135 m., pour descendre de là à un autre transversal placé à 40 m. de hauteur et passer ensuite à la station.

La longueur d'onde propre de l'antenne principale est de 5.000 m.; des bobines de self complètent cette antenne ; elles ont 2 m. 40 de diamètre; une section de ces bobines sert de variomètre; le contact est actionné par un électromoteur; cet électromoteur est commandé du tableau général à l'aide de simples boutons de pression; quatre longueurs d'onde peuvent être réalisées, à chacune desquelles correspond un bouton au tableau. On travaille à la main, à l'aide d'un manipulateur ordinaire agissant sur une série de relais à action rapide, où les étincelles sont soufflées par un vent énergique; ces relais eux-mêmes agissent sur une inductance à circuit magnétique saturé; au repos, manipulateur levé, l'antenne se trouve shuntée et ne reçoit aucun courant; la pleine intensité y est au contraire appliquée dès que le manipulateur est abaissé.

La station possède un poste de réception, mais ce poste ne sert qu'aux observations, expériences, etc.; l'installation de réception proprement dite est établie à Geltow, près de Potsdam, à 30 km. de Nauen; elle fonctionne avec un aérien fermé, comprenant 2 cadres de 6 fils chacun, disposés, côte à côte, suivant un angle de 45°, diagonale verticale; la hauteur (diagonale) est de 40 m. Cette installation échappe complètement à l'influence des postes de transmission de Nauen du moment que la longueur d'onde de travail diffère de 10 °/₀ de celle des postes en question; on reçoit sur tubes électroniques, à l'ouïe ou sur enregistreur; comme enregistreur, on utilise le Morse; l'appareil employé permet d'opérer à une vitesse de 100 mots par minute; il peut être placé à Geltow, à Nauen ou en tout autre endroit.

Pour faire la réception enregistrée, on recourt à une première amplification à haute fréquence et à une deuxième à basse fréquence sur un « transformateur acoustique à résonance », lequel, excité par les courants basse fréquence amplifiés, agit pour produire des alternances de courant d'intensité convenable, qu'un tube redresseur rectifie en vue de l'actionnement de l'enregistreur. L'avantage principal de ce système est non seulement de réaliser une amplification considérable, mais encore, et surtout, de n'amplifier, du côté de l'enregistreur, que les signaux proprement dits, sur la fréquence desquels il est à cette fin accordé, tandis qu'il laisse intacts des courants d'origine étrangère (perturbations atmosphériques). Le résultat obtenu à cet égard est très bon ; on compte l'améliorer encore en combinant avec l'aérien en cadre actuel, un petit cadre tournant, de façon à réaliser un système possédant des propriétés directrices bien accusées ; dans les conditions présentes, l'enregistrement est encore souvent impossible, particulièrement en été, par suite de l'intensité des effets perturbateurs.

Henri Marchand.

§ 4. — Botanique

La gélose des Algues Floridées. — Dans son excellent ouvrage sur l'*Utilisation des Algues marines* (*Encyclopédie scientifique*, Doin, Paris, 1920)[1], M. Sauvageau a rappelé ce que l'on sait sur l'emploi des Floridées, que l'on utilise surtout pour la gélose qu'elles fournissent. Dans un important mémoire récemment paru[2], il examine à ce point de vue un grand nombre d'espèces de Floridées et conclut que certaines d'entre elles, indigènes ou exotiques, qui sont négligées, seraient sans doute utilisables. « J'ai voulu montrer ici, dit-il, que certaines espèces de Floridées peuvent fournir de la gélose aussi bien que celles d'Extrême-Orient, et le produit retiré de telle ou telle espèce, jusqu'à présent négligée, pourrait présenter des avantages dans telle ou telle application industrielle médicale. Non pas cependant qu'on en trouve aucune chez nous qui, par son abondance, puisse concurrencer les espèces d'Extrême-Orient, mais un autre point de vue n'est pas sans intérêt. On sait combien l'étude des colloïdes stables est peu avancée; au lieu de s'adresser à l'agar du commerce ou au lichen, souvent malpropre, les chimistes trouveraient des sujets d'étude plus favorables dans les mucilages d'espèces choisies. » Il y a déjà quelques années[3], M. Sauvageau avait attiré l'attention sur l'importance qu'il y a à ce que les recherches de chimie biologique végétale soient faites sur des plantes récoltées dans des conditions déterminées.

En ce qui concerne les mucilages gélosiques qu'elles peuvent fournir (et qui ont été obtenus, pour arriver à des résultats comparables, toujours de la même manière, en chauffant toutes les espèces uniformément à l'autoclave à 120°, pendant une demi-heure environ), les Floridées étudiées peuvent se répartir en trois groupes caractérisés ainsi : 1° celles du type *Gelidium*, dont le décocté, même peu concentré, se prend en masse en se refroidissant; la solution iodo-iodurée colore certaines de leurs parois cellulaires (propriété attribuée à une substance comparable à l'amyloïde); — 2° celles du type *Chondrus*, dont le décocté se prend en masse s'il est très concentré, ou seulement sous l'influence de divers électrolytes s'il est à faible concentration ; la solution iodo-iodurée ne colore pas leurs parois cellulaires ; —

1. Analysé par M. Péchoutre dans le n° d'août 1920 de la *Revue*.

2. Camille Sauvageau : La gélose de quelques Algues Floridées. *Bulletin de la Station biologique d'Arcachon*. Bordeaux, 1921.

3. C. Sauvageau : Réflexions sur les analyses chimiques d'Algues marines. *Rev. génér. des Sci.*, 1918.

3° celles du type *Polyides*, dont la prise en masse du décocté est intermédiaire entres les deux autres types; le sulfate d'alumine a une action coagulante particulière; leurs parois cellulaires sont perméables à l'empois de l'amidon et généralement insensibles à la solution iodo-iodurée.

M. Sauvageau signale l'inutilité du blanchiment des Floridées destinées à des usages industriels. On peut toujours, quand il y a lieu, blanchir la gelée et mieux encore la phycocolle[1] soit par l'eau froide (groupe *Gelidium*), soit par le KCl (groupe *Chondrus*).

J. Dph.

§ 5. — Géographie et Colonisation

Le recul de la Russie en Extrême-Orient[2]. — Depuis la guerre, et surtout depuis la révolution, la Russie recule en Asie sous la pression de la Chine, du Japon et des Etats-Unis.

L'action de la Chine s'exerce d'abord en Mongolie, où ses droits de souveraineté étaient contestés par la Russie qui voulait en faire un Etat tampon, du genre de ceux dont l'Angleterre aime à entourer l'Inde, où elle pût exercer une action à la fois politique et économique. L'influence politique a cessé par la Convention sino-russo-mongole de Kiakhta (juin 1915), qui rétablit la souveraineté de la Chine en Mongolie; quant à l'expansion économique, elle a disparu également depuis la guerre. La Russie a, de même, dû abandonner la Mandchourie, notamment ses droits sur le chemin de fer de l'Est chinois et certain territoire dont elle avait obtenu l'autonomie en bordure de la Transbaïkalie. Mais la Chine ne se contente pas d'avoir rétabli entièrement sa frontière sibérienne, elle est en train de reprendre aux Russes les droits politiques et économiques qu'ils avaient acquis chez elle et de ruiner une politique de deux siècles; la République des Soviets se déclare d'accord, mais l'ancienne Russie proteste.

Sur le Pacifique, c'est l'expansion japonaise qui avance, à la suite de son intervention militaire en août 1918, pour répondre à la menace des prisonniers austro-allemands et pour faciliter l'évacuation des Tchécoslovaques. Après l'armistice, l'armée japonaise resta pour empêcher l'influence bolcheviste d'atteindre le Pacifique et pour la retenir à l'ouest du Baïkal. L'occupation s'étend à toute la bordure littorale (Province maritime) et à la moitié de l'île Sakhaline que la Russie avait conservée; elle s'est renforcée à la suite des troubles qui ont éclaté à Vladivostock et à Nicolaievsk. Sakhaline, surtout, est précieuse pour ses richesses naturelles : charbon, pétrole, forêts, poisson, et pour sa position stratégique. Entre les Soviets, maîtres de la Sibérie orientale, et les Japonais, en possession de la côte, s'étend la République autonome d'Extrême-Orient, espèce d'Etat-tampon dont le sort est des plus précaire. Enfin, il y a un quatrième intéressé à cette lutte pour le Pacifique, ce sont les Américains.

Les Etats-Unis sont aussi voisins des Russes en Extrême-Orient, au point où les deux continents ne sont plus séparés que par le détroit de Behring. D'un bord à l'autre, pêcheurs, chasseurs, prospecteurs passent facilement, et tout le mouvement se fait d'Est en Ouest; il y a une véritable invasion économique américaine vers la Sibérie, et qui commença du jour où, en 1867, la Russie échangea l'Alaska aux Etats-Unis contre une somme de 7.250.000 dollars. C'était une bonne affaire qui ne s'est révélée qu'à la découverte de l'or en Alaska, vers 1900. D'ailleurs, à l'extrême pointe orientale de l'Asie, dans le Kamtchatka et dans la presqu'île de Tchoukhotsk, l'activité russe, enrayée par la distance et le climat, était presque nulle, tandis qu'il est facile à l'influence américaine de s'y exercer par mer, attirée, d'ailleurs, par les richesses de ces régions : pêcheries, fourrures, forêts, minerais, charbon, naphte, sans parler, là aussi, de la position stratégique de ces « Dardanelles de l'Extrême-Orient », quand la navigation arctique aura triomphé des résistances qu'elle rencontre encore aujourd'hui, ou qu'un chemin de fer aura été construit, reliant les deux continents. Le projet franco-américain du Transalaskan Railway, qui se heurta, en 1906, à l'hostilité du Gouvernement russe, devait relier la ville de Kansk, en Sibérie centrale, à Vancouver, au Canada, en passant en tunnel sous le détroit de Behring.

Le Gouvernement des Soviets a essayé de canaliser l'influence américaine au moyen de sa nouvelle politique des concessions, en donnant à bail, pour 60 ans, à un syndicat de capitalistes américains toute la Sibérie du Nord-Est, soit un vaste territoire de 400.000 milles carrés, avec droit exclusif d'exploiter les gisements de pétrole et de charbon et les pêcheries. Le Gouvernement des Etats-Unis n'a pas encore approuvé ce contrat, qui comporte la reconnaissance officielle des Soviets; le Japon a annoncé qu'il y ferait opposition en vertu du traité de Portsmouth, du 5 septembre 1905, qui termina la guerre russo-japonaise, et qui donne à ses nationaux le droit de pêche sur toutes les côtes sibériennes jusqu'au détroit de Behring. Dans tous les cas, l'influence de la Russie est menacée de disparaître en Sibérie orientale si le flot de ses émigrants, tari par la guerre et par la révolution, ne reprend pas rapidement pour faire front à l'infiltration des jaunes et à la pression économique des Américains.

1. Terme de Léon Marchand très heureusement repris par M. Sauvageau pour désigner le produit sec obtenu par dessiccation du décocté à l'étuve.

2. S. Reizler : Le recul de la Russie en Extrême-Orient. *L'Asie française*, juin 1921.

LES PROGRÈS DE LA T. S. F. DUS A LA LAMPE A TROIS ÉLECTRODES

Dans un premier article sur la T. S. F. [1], nous avons dit quelques mots sur les améliorations apportées au dispositif récepteur par l'emploi de la lampe à 3 électrodes. Nous nous proposons aujourd'hui de reprendre la question plus en détail et de montrer dans toute leur importance les progrès que la Radiotélégraphie doit à l'emploi des lampes.

Ces progrès, nous les passerons en revue en parlant successivement des trois fonctions que peut remplir la lampe. Elle est détectrice, elle est amplificatrice, elle engendre des ondes entretenues et se prête à la réalisation de postes émetteurs dont nous verrons plus loin les avantages.

I. — Principe du fonctionnement de la lampe a 3 électrodes

Le principe même du fonctionnement de la lampe repose sur le fait qu'Edison signalait déjà en 1883, et qui est le suivant : Le filament incandescent d'une lampe électrique allumée

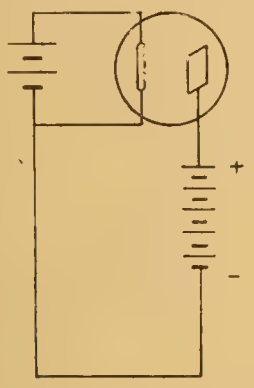


Fig. 1. — *Schéma de la lampe à 3 électrodes.*

émet dans toutes les directions des électrons chargés d'électricité négative. Si l'on place dans l'ampoule, en face du filament incandescent, une plaque métallique reliée au pôle positif d'une batterie de quelques dizaines de volts dont le pôle négatif est relié au filament, on constate que cette batterie débite dans un circuit qui présente une coupure entre la plaque et le filament (fig. 1). L'électricité positive débitée par la batterie de plaque neutralise l'électricité négative que les électrons attirés par la plaque ont apportée sur elle. Si l'on inverse la batterie de plaque de façon que la plaque soit reliée au pôle négatif, les électrons sont repoussés par la plaque et aucun courant ne passe. Si dans le circuit de plaque on fait agir non plus une force électro-motrice continue, mais une f. é. m. alternative, une seule alternance, celle qui rend la plaque positive par rapport au filament pourra passer. La lampe à 2 électrodes dont nous venons de parler forme donc soupape. C'est la valve de Fleming, qui peut servir, comme nous le montrerons plus loin, de détecteur.

Mais le dispositif ne pouvait vraiment prendre toute l'importance qu'il devait avoir pour l'avenir de la radiotélégraphie que du jour où l'on disposa entre plaque et filament une 3e électrode, appelée la *grille*, parce que, dans certaines lampes, elle a réellement la forme d'une petite grille métallique. Cette grille, portée à une tension convenable et reliée au point commun à la plaque et au filament, va permettre de faire jouer à la lampe son triple rôle de détecteur, d'amplificateur et de générateur. L'idée en est due à M. de Forest. En agissant sur le potentiel de la grille, on agit sur le nombre d'électrons qui vont du filament à la plaque et l'on modifie l'intensité du courant filament-plaque. On peut agir sur ce potentiel de grille à l'aide d'une énergie extrêmement faible et produire des variations notables dans le courant de plaque. La lampe à 3 électrodes fonctionne ainsi comme un relais, relais très sensible et dépourvu d'inertie, puisqu'il ne comporte aucune pièce mécanique.

Avant de montrer comment la lampe fonctionne comme détecteur, comme amplificateur et comme générateur, il est intéressant de se rendre compte comment, pour un chauffage du filament et une tension de plaque donnés, le courant de plaque varie en fonction de la tension de grille. La courbe de la figure 2, appelée caractéristique de la lampe, montre que, pour une tension de grille variant de — 20 volts à + 30 volts, la courbe du courant de plaque (la tension de plaque étant supposée égale à 150 volts) a, *grosso modo*, la forme d'une droite terminée à ses deux extrémités par des régions à courbure accentuée. La région courbée voisine de l'axe des x correspond au moment où la grille n'est plus assez négative pour repousser tous les électrons émis par le filament et où, par suite, le

1. L. François : Les communications par T.S.F. à grande distance. *Rev. gén. des Sciences* du 15 décembre 1921, t. XXXII, p. 697 et suiv.

courant de plaque commence à s'établir; la région courbée qui fait suite à la partie droite dans la région des x positifs correspond au phénomène suivant : la grille est suffisamment positive pour que tous les électrons émis par le filament soient canalisés sur la plaque. Si le potentiel de la grille augmente encore, le nom-

Fig. 2. — *Caractéristique de la lampe à 3 électrodes.*

bre des électrons attirés par la plaque reste constant, puisque la plaque les attire tous, et la courbe du courant de plaque devient parallèle à l'axe des x. La valeur correspondante du courant de plaque est celle du courant dit de saturation, qui correspond à un chauffage et à une tension de plaque donnés et qu'il est impossible de dépasser si l'on n'augmente pas le chauffage du filament ou la tension de la plaque.

Nous allons pouvoir nous rendre mieux compte à présent comment la lampe fonctionne en détecteur et en amplificateur. Nous montrerons ensuite comment elle a permis de créer des postes émetteurs ayant des qualités tout à fait remarquables.

II. — La lampe détectrice

Quel est le rôle du détecteur en T. S. F.? Le détecteur n'est pas autre chose qu'un redresseur de courant. Si l'on envoie, en effet, le courant haute fréquence d'une réception T. S. F. dans un téléphone, la membrane de ce dernier, sollicitée successivement dans les deux sens avec une fréquence qui varie suivant les postes de 15.000 à 1.000.000, restera immobile, l'inertie de la matière étant trop grande pour obéir à des impulsions en sens inverses aussi rapprochées; le courant moyen qui passe dans le téléphone est nul et l'effet produit nul également. Si l'on met en série avec le téléphone un dispositif qui se laisse traverser par une alternance sur deux, autrement dit un redresseur de courant alternatif, le téléphone, sollicité toujours dans le même sens, sera attiré pendant toute la durée du signal reçu au poste récepteur. Ce redresseur, c'est le détecteur. Le résultat sera d'ailleurs obtenu également si le détecteur se laisse simplement mieux traverser par une alternance que par l'autre. Le courant moyen n'a pas la valeur maximum qu'il pourrait avoir si chaque demi-alternance était entièrement supprimée, mais il n'est pas nul et le téléphone est encore actionné. Si le poste émetteur est un poste à étincelles, à chaque étincelle émise correspond un train d'ondes qui donnera après détection une impulsion au téléphone récepteur, lequel vibrera donc avec le fréquence même des étincelles du poste d'émission.

Si le poste émetteur produit des ondes entretenues, un détecteur et un téléphone ne suffisent pas à assurer la réception. Tout au plus la membrane du téléphone sera-t-elle attirée au début de chaque signal pour être libérée à la fin de ce signal, mais le téléphone ne vibrera pas. Il faudra, pour recevoir l'onde entretenue, des dispositifs spéciaux dont nous parlerons plus loin et dont la lampe à 3 électrodes permettra encore la réalisation.

Quoi qu'il en soit, tout redresseur de courant peut servir de détecteur. C'est ainsi qu'on a pu employer la galène, cristal de sulfure de plomb dont le contact avec une pointe fine métallique permet un passage plus facile du courant dans un sens que dans le sens opposé. Nous avons vu plus haut que la lampe à 2 électrodes ne laisse passer qu'une alternance d'un courant alternatif appliqué à la plaque. Si donc nous appliquons à cette plaque le courant radiotélégraphique de réception, une alternance seule passera et un téléphone placé dans le circuit plaque pourra être impressionné. Le détecteur ainsi constitué est la valve de Fleming, dont nous avons parlé plus haut.

La lampe à 3 électrodes se prête mieux encore à ce rôle de détection. Il suffit de faire agir sur la grille la force électro-motrice alternative reçue dans l'antenne et qu'il s'agit de déceler. Si la grille est soumise à une tension convenable, une seule alternance passera et le téléphone disposé sur la plaque entendra la réception à enregistrer. Ceci devient immédiatement évident si l'on se reporte à la figure 2 et si l'on remarque que dans la région courbée de la caractéristique, par exemple en A, à des variations égales de potentiel de grille par rapport à la valeur moyenne qui correspond au point A, correspondent des variations inégales du courant de plaque dont l'intensité moyenne n'est ainsi pas nulle.

La lampe fonctionne bien alors en détecteur.

Son avantage sur la galène, c'est d'être indéréglable et toujours prête à fonctionner, alors que dans la réception avec cristal, il faut chercher par tâtonnement un emplacement favorable pour la pointe métallique, emplacement que la moindre trépidation peut faire perdre. Toutefois, pour les très courtes ondes, la lampe introduit des capacités parasites qui peuvent être gênantes (capacité entre grille et plaque) et la galène redevient plus pratique pour la réception.

Le montage de la lampe en détecteur est donné par la figure 3, où le circuit CL est le secondaire d'un poste récepteur dont le primaire, comportant self et capacités variables, est intercalé dans l'antenne. Dans la grille est intercalée une très grande résistance r, dont le rôle est d'amener le voltage grille à la valeur convenable (voisine du potentiel de la borne négative de l'accumulateur de chauffage); la capacité qui shunte cette résistance ouvre un chemin aux oscillations haute fréquence qui doivent agir sur la grille. Le téléphone de plaque peut être branché aux bornes du secondaire d'un transformateur dont le primaire est dans la plaque. On évite ainsi de faire parcourir les enroulements de ce téléphone par le courant de l'accumulateur de plaque.

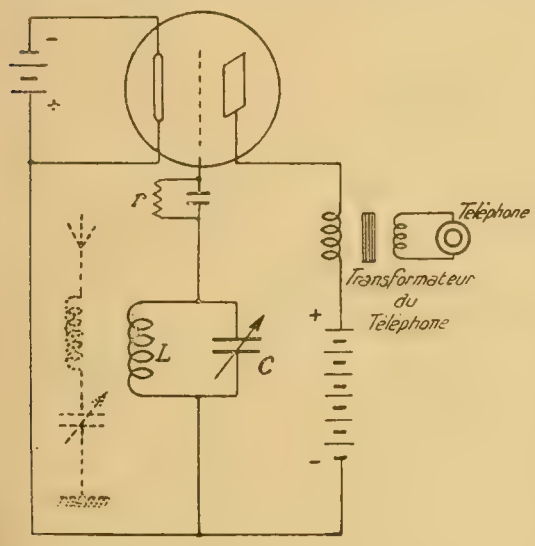


Fig. 3. — *Montage en détecteur de la lampe à 3 électrodes.* CL, secondaire du poste récepteur; r, grande résistance.

Nous avons vu que le détecteur permet, sans autre dispositif, de transformer la réception d'un poste à étincelles en un son dont la hauteur est directement liée au nombre d'étincelles du poste émetteur. Comment recevoir les émissions à ondes entretenues dont l'amplitude reste constante tant que dure le signal? Le procédé le plus ancien a consisté à interrompre et à rétablir pendant la durée du signal le courant de réception en intercalant par exemple une roue dentée dans l'antenne, qui ouvre et ferme à vitesse réglable le circuit de cette antenne. Le téléphone, actionné de cette manière n fois par seconde, si n est le nombre de contacts par seconde de la roue dentée avec le circuit qu'elle vient fermer, rend un son dont la hauteur est liée à ce nombre n de contacts ou à la vitesse de la roue dentée ou *ticker*. L'inconvénient du procédé est qu'une partie de l'énergie captée par le dispositif récepteur reste inemployée et que l'emploi du ticker diminue certainement la portée. Un 2e dispositif universellement employé à présent consiste à créer sur place une émission à ondes entretenues locale grâce à un appareil dont nous parlerons plus loin et qui a été appelé l'*hétérodyne*. Si f_1 est la fréquence de l'émission à recevoir, si f_2 est la fréquence de l'émisssion locale, fréquence sur laquelle il est facile d'agir, comme nous le verrons, il se produit entre les deux émissions simultanées un phénomène d'interférence, d'où résultent des battements. A intervalles réguliers, les deux émissions sont en phase et s'ajoutent, puis elles sont en opposition et leur résultante passe par une amplitude minima. On démontre que la périodicité des maxima ou des minima ainsi réalisée est : $f_2 - f_1$. Le téléphone récepteur est alors actionné exactement de la même manière que si un poste faisait des étincelles avec cette fréquence $f_2 - f_1$. Puisqu'on peut agir sur f_2, le son reçu dans le téléphone peut être réglé à volonté. On peut en particulier l'ajuster sur le régime propre de vibration de la membrane téléphonique et réaliser ainsi une sorte de résonance acoustique. De plus, on montre, en étudiant de près le phénomène, que l'emploi de l'hétérodyne et de son énergie locale amplifie la réception et ajoute son effet à celui des amplificateurs simultanément employés pour améliorer cette réception. Enfin, nous verrons plus loin que l'hétérodyne est souvent remplacée, en tant qu'appareil autonome, par une simple modification du dispositif récepteur qui produit lui-même l'onde auxiliaire nécessaire à la réception de l'onde entretenue. C'est le dispositif *autodyne*. Un dernier avantage de la réception par hétérodyne ou autodyne consiste dans la protection contre les brouillages que peuvent produire d'autres émissions. Pour que la vibration de fréquence $f_2 - f_1$ soit susceptible d'être entendue dans le téléphone, il ne faut pas que $f_2 - f_1$ dépasse 3.000. Si donc 2 émissions sont simultanément captées par l'antenne réceptrice, l'une de fréquence f_1, l'autre de fréquence f_3, l'hétérodyne décélera la première si l'onde locale qu'elle émet a une fréquence comprise entre $f_1 + 3.000$ et $f_1 - 3.000$;

elle décélera la seconde si l'onde locale a une fréquence comprise entre $f_3 - 3.000$ et $f_3 + 3.000$. Si f_4 est plus grand que f_3 et que $f_4 - 3.000$ reste supérieur à $f_3 + 3.000$, il sera impossible de donner à l'hétérodyne une fréquence qui rende audible les deux émissions simultanément, même au cas où elles seraient assez voisines pour ne pouvoir être séparées par le réglage même du circuit récepteur. L'hétérodyne donne donc une possibilité supplémentaire de sélection.

Nous n'en dirons pas davantage sur la lampe considérée comme détecteur. Elle remplace avantageusement la galène, sauf pour les ondes très courtes; elle permet la réception autodyne des ondes entretenues, qui se prête sans appareil spécial à la sélection dont nous venons de parler et à une amplification, connexe du phénomène détecteur et dont nous dirons un mot à propos de la lampe génératrice. Déjà comme détecteur, la lampe à 3 électrodes apporte donc une amélioration sensible au dispositif récepteur.

III. — La lampe amplificatrice

La lampe amplificatrice était destinée à rénover entièrement le problème de la réception, de même que la lampe génératrice apportait à l'émission des perspectives entièrement nouvelles.

Le principe même de l'amplification est très simple et se lit sur la caractéristique de la fig. 2. Si, au lieu de maintenir la grille à un potentiel qui correspond aux parties courbées de la caractéristique, ce qui nous conduit aux phénomènes de détection, on lui donne une valeur qui correspond à la partie sensiblement rectiligne de la courbe, on voit qu'à de *petites* oscillations B_1 B, B_2 B du voltage grille autour d'une valeur moyenne OB correspondent des variations *importantes* du courant de plaque. C'est le relais dont il a déjà été question et qui est d'une fidélité parfaite, parce qu'aucune pièce matérielle et douée d'inertie ne vient en retarder le fonctionnement.

Les divers dispositifs amplificateurs dont nous allons maintenant parler avec quelques détails reviendront toujours à agir avec une faible énergie sur le potentiel de grille pour recueillir sur la plaque une variation d'énergie bien plus considérable et qui aura été empruntée à la source d'énergie locale. Cette variation d'énergie recueillie sur la plaque pourra d'ailleurs agir sur la grille d'une deuxième lampe dont la plaque donnera une variation amplifiée au carré et ainsi de suite, les lampes en cascade donnant un phénomène amplificateur toujours croissant.

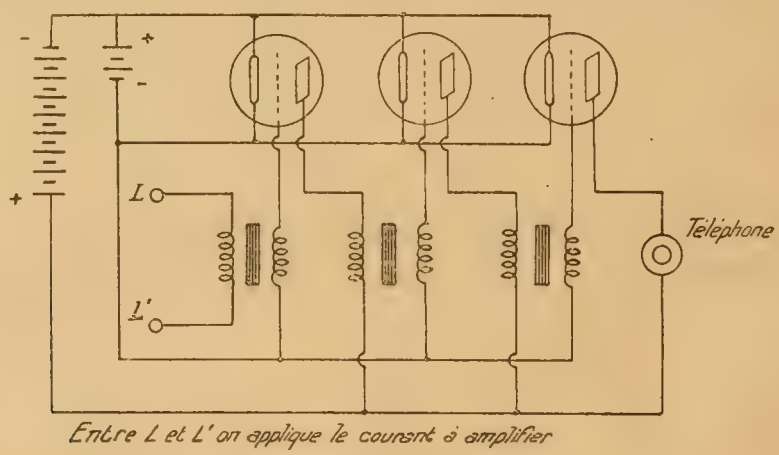


Fig. 4. — *Amplificateur de courants téléphoniques.*

§ 1. — Amplificateur à basse fréquence

Le premier amplificateur que la guerre ait vu apparaître et qui a été répandu par milliers aux armées est un amplificateur de courants téléphoniques. Son montage est extrêmement simple et est représenté par la figure 4. Sur la grille d'une 1re lampe est intercalé le secondaire d'un transformateur dont le primaire est parcouru par le courant téléphonique à amplifier. Le potentiel de la grille, reliée par ailleurs au pôle négatif de l'accumulateur qui chauffe le filament, se trouve ainsi directement influencé par le courant dont on cherche à obtenir l'amplification. A ces petites variations de potentiel grille, correspondent d'importantes variations du courant plaque. Ce courant, dont les variations sont amplifiées, agit, par l'intermédiaire d'un transformateur, sur la grille d'une 2e lampe; la plaque de cette 2e lampe agit sur la grille d'une 3e, et on recueille finalement dans le circuit plaque de cette 3e lampe un courant infiniment plus important que le courant original, et dont les variations suivent fidèlement celles de ce faible courant qui leur a donné naissance.

On n'a pas été au delà de 3 lampes en cascade

parce que l'on arrive, en amplifiant trop, à amplifier en même temps des bruits parasites et à amorcer des ondes locales, ce qui a finalement pour effet de rendre les réceptions moins nettes que si l'on se contente de mettre le téléphone dans la plaque de la 3e lampe.

Les applications de cet amplificateur basse fréquence à trois lampes ont été et sont encore très nombreuses. En T. S. F., on l'a employé pour renforcer le courant téléphonique de réception. Ce courant, après détection, au lieu d'être envoyé directement dans le téléphone, est envoyé dans le primaire du 1er transformateur de l'amplificateur et l'on recueille à la sortie de l'appareil un courant beaucoup plus intense, ce qui a amélioré considérablement, pour une énergie donnée au départ, la portée des postes.

Le même amplificateur a permis l'écoute des communications téléphoniques ennemies et la télégraphie par le sol. Ces deux applications dérivent du même principe qui est le suivant : Une ligne parcourue par un courant variable (courant téléphonique ou courant vibré comme dans le cas de l'émission en télégraphie par le sol) agit par induction et aussi par conduction (quand cette ligne a un ou plusieurs points à la terre) sur une ligne semblable également à la terre en un ou plusieurs points et placée à une distance convenable. Cette ligne réceptrice peut aussi être remplacée par un cadre. Le courant induit dans la ligne ou le cadre récepteur est rendu plus sensible grâce à son envoi dans un amplificateur basse fréquence. C'est ainsi que des conversations téléphoniques ennemies, surtout quand elles étaient faites sur des lignes avec retour par la terre ou des circuits mal entretenues, ont été surprises grâce à des bases dont les deux extrémités étaient mises à la terre et dans lesquelles un amplificateur était embranché. C'est ainsi que la télégraphie par le sol permettrait d'échanger entre deux bases de 50 à 100 mètres de longueur au maximum et dont les extrémités étaient également à la terre des signaux Morse que l'on pouvait entendre jusqu'à des distances atteignant 2 à 3.000 mètres. Cette télégraphie par le sol était très intéressante à l'extrême avant, parce que très sûre dans son emploi. Les appareils étaient robustes et les bases posées à terre, ou même enterrées quand on en avait le temps, beaucoup moins sujettes à destruction que les antennes de la T. S. F. L'appareil émetteur était une sorte de bobine d'induction, d'un type un peu spécial, très bien mise au point par M. Boucherot ; l'appareil récepteur était exactement l'amplificateur que nous avons décrit plus haut. L'emploi de ce même amplificateur a permis encore la réception T. S. F. sur cadre de petite dimension, ce qui a rendu possible les mesures goniométriques à l'aide d'un seul cadre tournant, mesures qui reposent sur ce fait, facile à expliquer théoriquement, que le cadre reçoit au maximum quand son plan passe par le poste émetteur, au minimum dans la position perpendiculaire. Nous avons déjà parlé, dans notre précédent article, de cette propriété de la réception sur cadre.

Ainsi et dès le début de son emploi, la lampe amplificatrice augmentait les portées des postes d'une façon considérable, permettait la télégraphie par le sol et la radiogoniométrie. Elle apportait aux armées des possibilités nouvelles du plus grand intérêt. Elle était appelée simultanément à révolutionner tout ce que l'on savait de la réception.

§ 2. — Amplificateurs à haute fréquence

A l'amplificateur basse fréquence, premier né d'une longue série, vinrent bientôt s'ajouter des amplificateurs haute fréquence qui renforçaient directement le courant capté par l'antenne de réception avant que ce courant ne fût détecté.

Les premiers en date de ces amplificateurs différaient de l'amplificateur basse fréquence par le mode de liaison de la plaque d'une lampe à la grille de la suivante. Au lieu de faire cette liaison par l'intermédiaire d'un transformateur, on intercalait sur la plaque une forte résistance de l'ordre de 70 à 80.000 ohms. Les variations de tension appliquées à la grille de la première lampe se traduisaient par des variations d'intensité dans le courant plaque, lesquelles entraînaient des variations de potentiel entre les extrémités de la résistance intercalée dans la plaque, variations amplifiées par rapport à celles qui agissaient sur la grille. Par l'intermédiaire d'un condensateur reliant la grille de la 2e lampe à l'extrémité de la résistance de plaque, on faisait agir ces variations amplifiées sur cette 2e grille, amenée à être au repos à une tension convenable grâce à une forte résistance de quelques mégohms qui la reliait à son filament. Sur la 2e plaque, on avait alors une amplification plus considérable, transmissible de la même manière à une 3e lampe et ainsi de suite (fig. 5). Pour une onde de fréquence donnée f, la capacité c introduit l'équivalent d'une résistance proportionnelle $\frac{1}{cf}$; il y a intérêt à ce que cette quantité soit faible et dans un rapport convenable avec la résistance qui relie la grille au filament ; on conçoit donc qu'un amplificateur monté avec des capacités d'une certaine valeur soit particulièrement adapté à amplifier des ondes d'une fréquence donnée.

Les amplificateurs haute fréquence peuvent avoir des liaisons différentes entre leurs lampes successives. C'est ainsi que l'on a fait toute une série d'amplificateurs à transformateurs dont le principe n'est pas essentiellement différent de celui des amplificateurs à basse fréquence ; les caractéristiques électriques des transformateurs sont simplement changées et leurs tôles extrêmement fines. On a même fait de tels transformateurs qui, après avoir amplifié à l'aide de plusieurs lampes en cascade le courant haute fréquence, le détectent à l'aide d'une autre lampe qui fait suite aux précédentes et amplifient ensuite le courant basse fréquence produit après détection à l'aide des mêmes lampes qui ont amplifié le courant haute fréquence, lampes sur lesquelles on monte simplement des transformateurs différents.

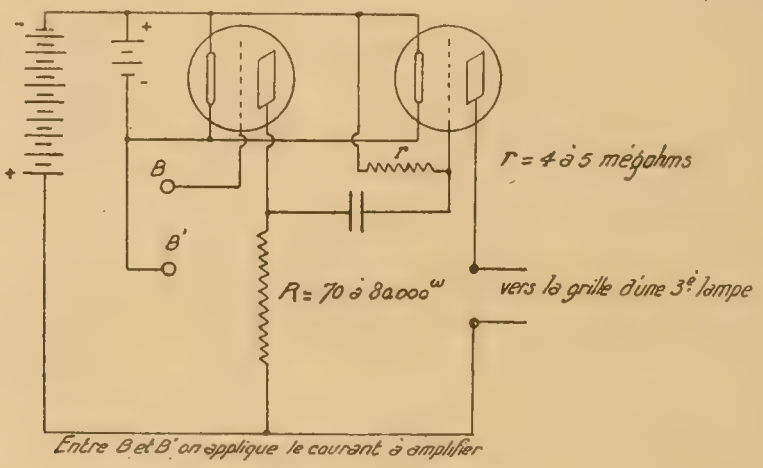


Fig. 5. — *Amplificateur à haute fréquence.*

§ 3. — Amplificateur à résonance

On a réalisé également des amplificateurs dits à résonance qui ont la propriété de n'amplifier qu'une longueur d'ondes, celle sur laquelle on accorde les circuits oscillants à capacité variable qui sont montés sur les grilles et les plaques des lampes successives. On obtient, grâce à de tels amplificateurs, des accords extrêmement aigus qui peuvent réussir à diminuer l'intensité des signaux parasites.

Une application particulièrement intéressante de l'amplificateur à résonance, c'est l'amplificateur dit à très basse fréquence dont les capacités de jonction sont relativement importantes, ce qui le rend adéquat à amplifier des courants à fréquence très petite, de l'ordre de moins d'une période par seconde. Des signaux Morse passés à cadence normale sont assimilables à des oscillations de cette faible fréquence et peuvent ainsi être amplifiés par un tel amplificateur qui fait généralement suite à un amplificateur basse fréquence. Le courant de réception, ainsi deux fois amplifié, peut être employé à actionner un dispositif enregistreur (inscription automatique des signaux dont nous avons déjà parlé dans un article précédent), ou bien, et c'est en cela que ces amplificateurs ont été particulièrement intéressants, on peut l'employer à actionner un dispositif de télémécanique, à faire fonctionner un relais qui déclanchera certaines manœuvres. On sait que la télémécanique a déjà donné d'intéressants résultats et a permis, entre autres choses, de faire circuler une vedette en rade de Toulon sans qu'il y ait personne à bord, la vedette étant conduite électriquement par signaux hertziens émis, soit d'un poste à terre, soit d'un poste sur avion. Le problème le plus important à résoudre est d'ailleurs moins le problème radiotélégraphique proprement dit (les amplificateurs sont assez au point pour qu'il n'y ait pas là de difficulté majeure) que le problème de la protection du dispositif, soit contre les parasites atmosphériques, soit contre les brouillages systématiques ennemis. On y est parvenu, mais par des dispositifs qui sont encore secrets et sur lesquels il ne nous est pas possible d'insister.

§ 4. — Applications des amplificateurs aux liaisons par fil

Cette remarquable mise au point des amplificateurs n'a pas seulement permis d'améliorer la T. S. F., elle a permis aussi de grands progrès dans les liaisons par fil.

Nous citerons simplement deux améliorations très importantes : les amplificateurs à lampes des courants téléphoniques et l'application aux liaisons par fil des émissions à haute fréquence.

La première de ces améliorations consiste à mettre, soit au début d'une ligne pour l'amplification du courant téléphonique de départ, soit

en un point quelconque de cette ligne pour fonctionner comme relais, un amplificateur à lampes dont le principe du fonctionnement n'est pas différent de ce que nous avons précédemment dit, mais dont le rôle est de permettre, soit des portées presque indéfinies sur une ligne en bon état, soit une exploitation téléphonique satisfaisante sur des lignes en mauvais état et dont les pertes ne permettent plus un trafic normal avec des appareils ordinaires. Les relais téléphoniques par amplificateur à lampes ont notamment été très employés aux États-Unis, où ils permettent des liaisons entre centres urbains comme New-York et San Francisco, distants de plusieurs milliers de kilomètres. L'emploi des courants haute fréquence pour faire de la téléphonie et aussi de la télégraphie par fil est également d'un très grand intérêt. Il consiste essentiellement, pour la téléphonie par exemple, à faire parcourir les fils du réseau par du courant haute fréquence produit par un poste à lampes et sur l'amplitude duquel l'abonné agit à l'aide de son microphone. La fréquence de ce courant ainsi modulé est soigneusement réglée au départ. Au poste récepteur un circuit de réception, accordé sur cette fréquence et muni d'un dispositif à lampes, détecte le courant modulé et le transforme à nouveau en courant téléphonique ordinaire, reçu comme une communication banale dans le téléphone écouteur de l'abonné, après amplification s'il y a lieu. L'intérêt du système consiste en la possibilité de brancher sur un même circuit un grand nombre d'émissions modulées ou télégraphiques de fréquences différentes dont chacune n'est reçue que par le récepteur accordé sur elle. On est ainsi arrivé à superposer sur 2 mêmes fils aériens 4 conversations téléphoniques et 20 communications télégraphiques.

Nous n'en dirons pas plus sur les amplificateurs. Leur nom suffit à indiquer les services qu'ils rendent. Ils ont amélioré la réception au point qu'on a pu se demander si les postes extra-puissants restaient bien nécessaires. La réponse a malheureusement été affirmative, d'abord à cause des parasites atmosphériques dont les amplificateurs amplifient également l'intensité et qu'il faut à tout prix dépasser en intensité si on ne peut les supprimer par des dispositifs spéciaux dont nous dirons un mot plus loin, à cause aussi des émissions automatiques auxquelles correspondent les réceptions enregistrées. Si l'émission à toute vitesse n'a pas un excédent notable d'énergie, la réception des postes ne se fera souvent pas d'une façon satisfaisante, le courant de réception qui leur correspond n'ayant pas le temps d'atteindre sa valeur de régime.

IV. — La lampe génératrice

§ 1. — Emetteur local

Il nous reste à parler de la *lampe génératrice d'ondes entretenues*. On peut se rendre compte d'une manière assez simple de la façon dont une lampe à 3 électrodes peut entretenir, dans une antenne à laquelle elle est rattachée, des oscillations entretenues. Prenons le schéma de la figure 6. Dans la grille d'une part, dans la plaque d'autre part, sont intercalées deux bobines dont la seconde fait en même temps partie de l'antenne à actionner. On constate avec un pareil

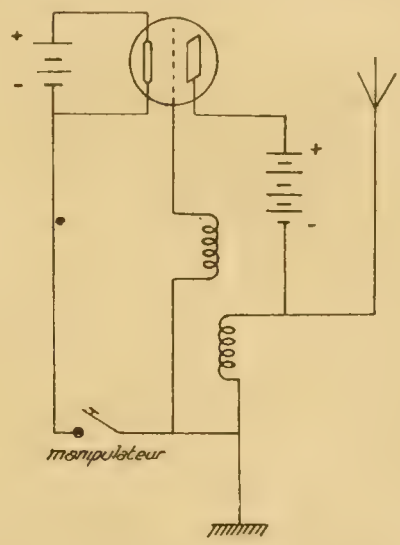


Fig. 6. — *Lampe fonctionnant comme génératrice d'ondes entretenues.*

dispositif qu'il suffit d'allumer la lampe pour déclancher dans l'antenne un courant oscillant à grande fréquence. Comment ce courant est-il entretenu dans la lampe? La bobine de plaque, parcourue par le courant alternatif dont l'antenne est le siège, agit par induction sur la bobine de grille. Tantôt cette dernière est le siège d'une force électro-motrice qui lui donne un potentiel supérieur à celui du filament et qui est son potentiel au repos, tantôt, soumise à l'autre alternance, la grille devient négative par rapport au filament. Quand la grille est positive, elle attire les électrons et permet à la pile de plaque de débiter; quand elle est négative, elle arrête tout courant de cette pile de plaque. Si les deux bobines sont disposées de façon que la grille laisse débiter la pile ou l'accumulateur de plaque au moment où ce courant, toujours de même sens, favorise l'oscillation qui parcourt l'antenne et la bobine de plaque, on se rend compte que ce courant apportera à ces oscillations une énergie nouvelle qui compensera les pertes subies par

rayonnement ou échauffement des conducteurs et l'onde sera entretenue. Quand l'alternance du courant d'antenne a changé de sens et que le courant de la pile de plaque aurait tendance à lui faire obstacle, la grille, devenue négative, empêche ce courant de passer.

Tel est le processus très simple grâce auquel la lampe, en employant l'énergie locale de ses accumulateurs de filament et de plaque, rend à l'antenne l'énergie que cette dernière perdrait en oscillant, comme c'est le cas pour les postes à étincelles. Un manipulateur, placé par exemple sur le fil de plaque, et qui permet de couper ou de rétablir les circuits, un microphone, disposé pour actionner le courant de la bobine de plaque, pour le moduler, permettront alors à volonté d'envoyer des signaux Morse pour faire de la télégraphie ou d'émettre en téléphonie sans fil. Si, au lieu de relier la bobine de plaque à une antenne et à une prise de terre, on la relie à une capacité variable, de façon à brancher sur la plaque un circuit oscillant de période réglable, le même phénomène se produit et l'on a la possibilité d'émettre localement des ondes à rayonnement restreint, mais sur la fréquence desquelles on peut agir très simplement. C'est l'appareil qui a été appelé hétérodyne et qui permet de recevoir simplement les ondes entretenues.

En étudiant de près le mécanisme de la lampe considérée comme générateur d'ondes, on peut calculer entre quelles limites le coefficient d'induction mutuelle des deux bobines grille et plaque doit être compris pour que des oscillations s'amorcent; on constate que si la lampe est montée en détecteur avec le secondaire du circuit de réception sur la grille, si le circuit de plaque contient une bobine couplée avec la self du circuit récepteur de façon que les oscillations locales soient juste sur le point de se produire, mais ne prennent pas naissance, tout se passe comme si la résistance du circuit intercalé dans la grille était nulle et il en résulte un renforcement très important de la réception. Ce renforcement existe encore en grande partie quand la lampe détecteur est montée en autodyne, c'est-à-dire que la bobine plaque est disposée pour que des oscillations locales naissent de façon que la lampe soit à la fois détectrice et hétérodyne. On dispose les bobines pour être très près de la condition limite de production des oscillations et l'on profite d'une amplification du même ordre que celle dont nous venons de parler. Une dernière application du générateur local hétérodyne ou autodyne trouve son emploi dans l'un des nombreux dispositifs antiparasites actuellement en essais. Dans ce dispositif imaginé par M. Lévy, l'onde qui arrive interfère avec une première hétérodyne qui est réglée pour réaliser, après détection, une fréquence inaudible (par exemple 10.000 vibrations par seconde). Cette réception inaudible est envoyée, à travers plusieurs circuits oscillants accordés sur elle et qui sont un obstacle aux parasites, dans un 2e dispositif à lampes formant amplificateur, détecteur et autodyne et qui, cette fois, la transforme en une réception audible (800 à 1.000 périodes); la majorité des parasites ne sont plus alors perceptibles.

Ce dispositif antiparasite a donné de bons résultats, concurremment, d'ailleurs, avec des dispositifs différents dont plusieurs étaient simplement basés sur des résonances très aiguës permettant, à l'aide de circuits intermédiaires convenables, d'avoir une résonance qui met assez de temps à s'établir pour que le parasite ait cessé son action avant que l'effet de résonance soit complet.

§ 2. — Postes émetteurs

Il nous reste, ayant parlé de l'émetteur local, à donner à présent quelques détails sur les postes émetteurs proprement dits, en commençant par les postes à petites lampes qui ont rendu tant de services aux armées.

M. Gutton, professeur à la Faculté des Sciences de Nancy et mobilisé à la Radiotélégraphie Militaire, a réalisé entre 1916 et 1918,

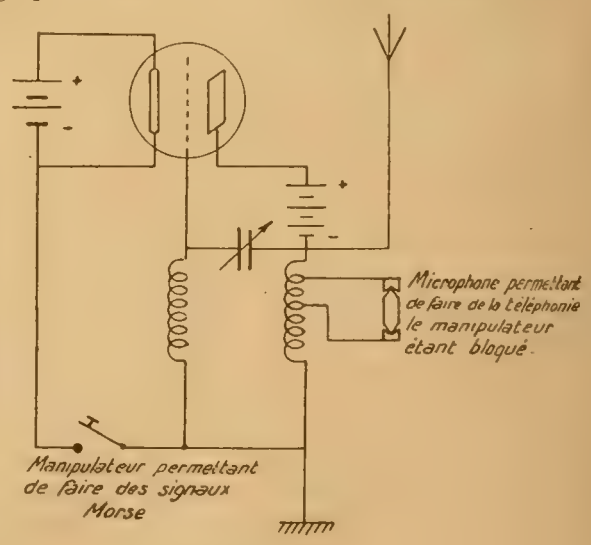


Fig. 7. — *Schéma d'un poste émetteur à petites lampes.*

sous la direction du Général Ferrié, toute une série de petits postes de ce type, tous basés sur le schéma de la figure 7 ou sur des schémas analogues et dont l'emploi a grandement facilité la solution du problème si délicat des transmissions aux armées. Ces postes, installés sur camionnettes légères, munis d'antenne sur perches

en bambou dont le démontage et le remontage étaient presque instantanés, actionnés par des accumulateurs que l'on chargeait dans les quartiers généraux quand ils étaient déchargés, ont bouleversé toutes les idées que l'on pouvait avoir au début de la guerre sur la radiotélégraphie en campagne. Grâce à l'onde entretenue, on fit des portées relativement considérables (80 à 100 km.) sur antenne basse, 250 et davantage quand l'antenne était soutenue par un mât métallique (de 24 m.) avec des consommations d'énergie réduites. On réussit à faire fonctionner dans la même région un grand nombre de postes à la fois. Les camionnettes, qui passaient partout, permirent d'assurer les liaisons d'unités en marche sans aucune discontinuité, le matériel étant partout en double exemplaire et un poste arrière se repliant et ne cessant son écoute que lorsque son poste jumeau, porté en avant, avait achevé son installation au nouvel emplacement et l'en avait prévenu. Ces postes à lampes, que les Allemands ne possédaient pas encore sur le front à la veille même de l'armistice, firent, à partir de 1917, les liaisons de tous les quartiers généraux, depuis le G. Q. G. jusqu'aux divisions les plus poussées en avant. On les mit sur les avions pour régler les canons lourds à grande puissance; on les mit aussi sur les chars d'assaut. Un réseau radiotélégraphique serré et parfaitement adapté à tous les déplacements fonctionna aux armées pendant les deux dernières années de la guerre et rendit d'excellents services. Ce réseau se prêtait à la téléphonie, comme nous l'avons dit plus haut. Il suffisait pour cela, au lieu de fonctionner par tout ou rien, comme dans le cas de la télégraphie, d'envoyer l'onde hertzienne en permanence dans l'espace et de la moduler en faisant agir sur elle un microphone dont on pouvait par exemple relier les deux bornes à quelques spires de la bobine plaque. En parlant devant le microphone, la résistance du circuit comprenant cet appareil subissait des variations qui agissaient sur le régime du courant de plaque et par suite sur celui du courant haute fréquence émis par l'antenne. Après détection au poste récepteur, on percevait au téléphone la voix qui avait modulé l'émission.

C'est précisément pour faire de la téléphonie que l'on créa les premiers postes à grosses lampes français, en même temps que sortait un poste de télégraphie à lampes moyennes destiné à l'armée d'Orient. Les grosses lampes ont un fonctionnement théorique absolument semblable à celui des lampes de petit modèle, mais, calculées pour fonctionner avec une énergie de chauffage et une tension plaque beaucoup plus fortes que ces dernières, elles permettent de mettre dans l'antenne une intensité importante et de réaliser des portées qui arrivent à présent à atteindre plusieurs milliers de kilomètres.

Le plus gros poste à lampes réalisé en France pendant la guerre dispose de lampes absorbant chacune 150 watts environ, alors que les petites lampes courantes n'en absorbent guère que 20. Il fait une portée de 3 à 400 km. en téléphonie et 1.000 environ en télégraphie. La tension plaque est de 1.200 volts, alors que les petites lampes fonctionnent sous 320. Le filament est chauffé sous 7 volts et 2 ampères. Des lampes plus fortes sont actuellement en construction. L'Allemagne et l'Angleterre en ont réalisé qui absorbent 7 kilowatts et supportent une tension de plaque allant jusqu'à 18.000 volts. C'est avec ces lampes également que l'Angleterre a projeté de réaliser son réseau impérial, dont les postes doivent communiquer à des distances atteignant 3.000 à 3.500 kilomètres. De tels postes à lampes sont d'ailleurs encore à l'état de projet. Par contre, la Marine anglaise dispose de postes à lampes de puissance moyenne dont la portée sur mer atteint certainement et dépasse 1.000 km. et davantage et qui possèdent la propriété de pouvoir soit donner de l'onde entretenue, ainsi que nous avons essayé de l'expliquer plus haut, soit une onde d'une autre espèce qui peut être reçue sans hétérodyne. Cette dernière émission est obtenue très simplement de la façon suivante : au lieu d'alimenter la plaque par du courant continu, on l'alimente par du courant alternatif. Quand l'alternance qui rend la plaque positive passe, la lampe fonctionne; elle cesse de fonctionner quand la plaque, soumise à l'autre alternance, est devenue négative et repousse les électrons. Le poste émetteur envoie alors dans l'espace une onde entretenue interrompue et qui n'est émise que pendant la moitié du temps que dure le signal. Que se passe-t-il alors à la réception? Le détecteur, fonctionnant, donne au téléphone une impulsion qui dure pendant une demi-alternance du courant alternatif alimentant la plaque émettrice, qui cesse pendant la demi-alternance suivante pour reprendre ensuite. Résultat : le téléphone récepteur se mettra à vibrer en donnant une note dont la hauteur est directement liée à la fréquence de l'alternateur qui alimente la plaque des lampes d'émission. Il est donc inutile d'employer l'artifice de l'hétérodyne pour assurer la réception. Le dispositif d'ensemble est alors très simple : Les lampes d'émission ont leur plaque alimentée par du courant alternatif, ce qui permet d'assurer, simplement à l'aide d'un transformateur, le haut voltage nécessaire. Ceci

donne de l'onde coupée, directement lisible à la galène ou à la lampe détectrice. Veut-on faire de l'entretenue pure, on envoie le courant alternatif dans une soupape qui le redresse et qui peut être précisément une lampe à 2 ou 3 électrodes. On retrouve alors l'alimentation de la plaque par courant continu et la réception se fait avec hétérodyne. Une lampe valve allumée ou éteinte, et l'on passe de l'entretenue à l'émission par ondes interrompues qui permet de se passer d'hétérodyne.

Pour faire de la téléphonie avec ces postes à grosses lampes, on module le courant émis d'une façon moins simple que nous ne l'avons dit plus haut. C'est ainsi que le premier grand poste de téléphonie sans fil français avait deux sortes de lampes : de grosses lampes émettrices et des lampes plus petites modulant cette émission. Le schéma était, dans ses grandes lignes, le suivant : Un circuit microphonique, devant lequel on parlait, agissait par l'intermédiaire d'un transformateur sur la grille d'une lampe amplificatrice. La plaque de cette lampe agissait sur la grille d'une deuxième. Le courant microphonique, plusieurs fois amplifié par des lampes en cascade, était finalement envoyé dans le primaire d'un transformateur disposé sur la dernière plaque du dispositif amplificateur et dont le secondaire agissait sur la grille de 6 lampes émettrices fonctionnant en parallèle. L'avantage considérable d'un dispositif amplificateur de courant microphonique, c'était de permettre de ne pas faire passer dans le microphone un courant trop intense tout en modulant avec une énergie suffisante le courant d'émission. Car la grande difficulté dans la téléphonie sans fil a toujours été de faire passer dans le microphone les courants assez énergiques dont on avait besoin pour émettre, sans brûler ces microphones dont les modèles courants ne supportaient pas des intensités pareilles.

Nous n'en dirons pas plus sur les postes émetteurs à lampes. Ils ont rendu pendant la guerre des services inespérés, ont rendu la téléphonie plus pratique et tendent actuellement, quand les grosses lampes seront tout à fait au point, et dans certains pays tout au moins, à supplanter tout autre mode d'émission à ondes entretenues, au moins pour les distances que l'on peut appeler moyennes (inférieures à 3.000 km.). Leur inconvénient principal, c'est que les lampes sont très chères et que, si les frais de premier établissement d'un gros poste à lampes sont relativement minimes, les frais d'entretien seront toujours très dispendieux.

V. — La lampe instrument de laboratoire

Il nous reste, pour être complet, à parler de la lampe comme instrument de laboratoire. Elle n'a pas rendu là de moindres services que dans ses autres applications. Nous décrirons sommairement deux appareils dus tous deux à MM. Abraham et Bloch et qui appliquent d'une façon très intéressante les propriétés des lampes.

L'un est le voltmètre amplificateur qui a permis, pour la première fois, de mesurer des tensions alternatives très faibles de l'ordre du millivolt. La tension à mesurer est appliquée entre la grille et le filament d'une première lampe, qui traduit ces variations par des variation amplifiées du courant plaque. Cette lampe amplificatrice est suivie d'une seconde, amplifiant encore les variations du courant plaque de la première, et derrière cette 2e lampe, on en place deux autres en parallèle qui fonctionnent en détecteur et donnent finalement dans leur circuit de plaque un courant redressé en milliampères ou en microampères qui est lié à la différence de tension qui a agi sur l'appareil à l'entrée. On peut, si l'on n'a pas besoin d'employer toute la sensibilité de l'appareil, éteindre une ou deux lampes amplificatrices et n'employer dans ce dernier cas que les lampes détectrices. Pour déduire des déviations du milliampèremètre la tension que l'on cherche, il suffit d'étalonner l'appareil de la façon suivante : Un générateur local (hétérodyne) débite du courant alternatif à la fréquence approximative à laquelle on veut mesurer la tension cherchée, sur des résistances sans self connues. Un ampèremètre donne l'intensité du courant fourni par l'hétérodyne. La tension aux bornes des résistances est donc connue; on l'applique à l'entrée du voltmètre amplificateur, ; on lit la déviation du milliampèremètre qui lui correspond. On construit ainsi une courbe d'étalonnage qu'il faut vérifier de temps à autre, mais qui reste suffisamment constante. On constate que pour les grandes ondes un milliampèremètre de courant redressé correspond à peu près à $^1/_{10}$ de volt aux bornes d'entrée de l'appareil, toutes les lampes étant allumées.

Un emploi très intéressant du voltmètre amplificateur est réalisé par la mesure de rayonnement d'un poste émetteur. Il suffit de recevoir le poste dont on veut mesurer le rayonnement dans un cadre de dimensions convenables et convenablement orienté (plan du cadre passant par le poste à recevoir). Le voltmètre amplificateur donne la tension e induite par l'émetteur aux bornes du cadre. Connaissant la

résistance r du cadre pour la fréquence de l'onde reçue, quantité que l'on détermine facilement, on en tire, le cadre étant accordé à l'aide d'une capacité variable sur cette fréquence, l'intensité i du courant de réception par la formule $e = r\,i$. Cette intensité permet d'étudier le rayonnement d'une antenne donnée dans toutes les directions. On peut aussi, grâce à ces mesures de rayonnement, étudier la valeur comparative des divers types d'antennes pour un même poste émetteur et, d'une façon générale, se rendre compte de la valeur pratique d'un poste, non par les ampères qu'il met dans son antenne et qui ne sont pas toujours des ampères utiles, mais par les qualités mêmes qu'il doit avoir pour remplir la destination pour laquelle il est fait, à savoir rayonner au maximum pour une énergie au départ donnée.

Le 2e appareil de mesure basé sur les propriétés des lampes et dont nous nous proposons de parler s'appelle le multivibrateur et permet de mesurer les longueurs d'onde en valeur absolue. Avant la création de cet appareil, on mesurait les longueurs d'onde des postes en mettant en résonance sur ces ondes un circuit oscillant, appelé ondemètre, comprenant en général une self fixe et une capacité variable ou bien l'inverse, et dont on évaluait la période soit par calcul, soit par comparaison avec un étalon. Il était difficile d'être absolument sûr des résultats, car les selfs ou les capacités parasites venant des connexions et les capacités des bobines étaient mal définies. En fait, le besoin d'une évaluation rigoureuse des longueurs d'onde, et par un procédé expérimental, se faisait impérieusement sentir. MM. Abraham et Bloch construisirent un appareil à 2 lampes appelé le multivibrateur, dans le détail du schéma duquel nous n'entrerons pas et qui possédait la propriété d'émettre des courants alternatifs dont la fréquence était réglable à l'aide de capacités variables intercalées entre la grille d'une lampe et la plaque de la seconde. L'appareil possédait en outre la propriété d'émettre, en même temps que le courant alternatif fondamental, de très nombreuses harmoniques. Pour étalonner un ondemètre avec un tel appareil, on passe alors par les deux stades suivants : 1° Etalonnage du multivibrateur à l'aide d'un diapason lui-même soigneusement étalonné. On écoute pour cela le son produit dans un téléphone par le courant alternatif fondamental que donne le multivibrateur et on le compare à la vibration du diapason. Quand les fréquences sont voisines, on entend des battements de plus en plus rares et on arrive parfaitement à réaliser l'accord à l'aide des capacités variables du multivibrateur. On connaît alors la fréquence exacte du courant émis par l'appareil, aux capacités duquel on ne touche plus. Les longueurs d'onde correspondant à la fréquence fondamentale (1.000 par exemple par seconde) sont beaucoup plus longues que celles que l'on rencontre en T.S.F. 2° Aussi, pour étalonner l'ondemètre, on l'accorde sur une des nombreuses harmoniques que le multivibrateur émet en même temps que le courant fondamental. Il suffit de connaître le numéro d'ordre de cette harmonique pour avoir avec précision un point de la courbe d'étalonnage de l'ondemètre. La comparaison de l'onde électrique avec l'onde sonore, dont le nombre de vibrations peut être facilement contrôlé, a donc permis d'avoir une mesure très précise des longueurs d'ondes de la T. S. F. en valeur absolue.

Un autre appareil de laboratoire très intéressant a été imaginé par M. Gutton et permet de réaliser des ondes très courtes, de quelques mètres à peine. Il se compose essentiellement d'un poste à lampes dont les bobines plaque et grille sont réduites à leur plus simple expression. Il donne des ondes très courtes par le même mécanisme que celui d'un poste à lampes ordinaire. Ces ondes courtes permettent d'intéressantes expériences de laboratoire et leur emploi pourra peut-être conduire à des postes nouveaux. On cherche précisément en ce moment à augmenter dans la gamme des ondes courtes les possibilités d'emploi des émissions de T. S. F. Il était intéressant de signaler ce mode de production d'ondes très courtes.

Voilà donc ce que la T. S. F. moderne doit aux lampes : Une réception extraordinairement améliorée grâce aux amplificateurs. La possibilité de faire de la réception enregistrée, de la télémécanique, de la goniométrie et de se protéger contre les parasites. Une émission nouvelle, simple, facile à mettre en œuvre et donnant des portées allant à 2 ou 3.000 kilomètres. La possibilité de faire de la téléphonie de façon plus pratique qu'avec toute autre émission à ondes entretenues. Enfin, des instruments de laboratoire permettant des recherches et des mesures impossibles jusque-là. Tels sont les premiers progrés réalisés grâce aux lampes. D'autres suivront certainement, impossibles à prévoir, mais dès maintenant on peut dire que l'audion a entièrement rénové la T. S. F.

Louis François.

LE PROBLÈME DU MOTEUR D'AVIATION

La conception, le calcul et l'établissement des moteurs d'aviation, ou du moins des moteurs d'aviation fixes [1], ont subi une évolution prudente et progressive; cette méthode, logiquement introduite par l'évolution de la navigation aérienne vers les altitudes de plus en plus élevées, a été pratiquement imposée par l'urgence des réalisations qu'exigaient les circonstances de guerre : on a adapté sur avions des moteurs antérieurement créés par les efforts prolongés de la technique automobile (moteurs de course), et on leur a fait subir des retouches successives en vue d'amorcer prudemment et lentement l'adaptation à des altitudes progressivement croissantes.

Les nécessités tactiques ont, avec une rapidité qu'on n'aurait jamais prévue, élevé les altitudes d'utilisation à des valeurs telles que les variations de densité de l'air interviennent, non plus comme un facteur de correction, mais comme un terme fondamental du problème. Ce nouveau point de vue est encore accentué dans les projets actuels des ingénieurs qui songent à réaliser économiquement, en faisant voler les avions à des altitudes très élevées, des vitesses de transport inaccessibles aux altitudes actuellement pratiquées. Le progrès dans cette voie nouvelle est subordonné avant tout à la réalisation de cabines à atmosphère artificielle, assurant aux pilotes et passagers, avec la sécurité indispensable, un milieu physiologiquement acceptable. Mais une autre question doit être simultanément étudiée : le milieu dans lequel s'alimente le moteur est tellement modifié par rapport à ce qu'il était initialement, qu'il paraîtrait logique et avantageux d'abandonner la méthode timide de l'adaptation progressive du moteur automobile à l'aviation, pour envisager en soi le problème du moteur d'aviation pour altitudes élevées.

Ce problème est le suivant : choisir, tant au point de vue thermodynamique qu'au point de vue mécanique, les formules de construction les plus avantageuses pour un moteur destiné à être normalement utilisé dans de l'air à densité beaucoup plus faible que celle du sol (égale par exemple au quart de celle-ci, ou même encore plus réduite), mais sans oublier que ce moteur doit pouvoir fonctionner dans l'air à toutes les densités intermédiaires entre celle-là et celle du sol.

A la période des réalisations urgentes, qui ne permettait que l'évolution progressive, succède actuellement une période d'études, où les tentatives de révolution sont permises : si le constructeur d'avions entreprend une telle révolution, il faut qu'elle soit tentée parallèlement pour le moteur. Autrement dit, il y a intérêt à ce que le problème énoncé plus haut soit étudié sans parti pris, en évitant de se laisser trop influencer par les formules de construction actuelles, qui doivent être considérées seulement comme des documents.

Nous ne prétendrons pas résoudre ici ce problème. Il ne pourra l'être qu'après des expérimentations très longues pour lesquelles les installations sont encore, presque partout, à créer. Le seul but qu'on puisse, dès maintenant, se proposer légitimement, est de définir et classer les éléments très variés dont il faut tenir compte dans son étude; et c'est cela seulement que nous tenterons de faire.

I. — Modes d'intervention de la densité de l'air

Pour cela, il faut d'abord préciser les divers modes d'intervention de la densité de l'air dans le fonctionnement des moteurs d'aviation actuels (dont les formules sont encore peu différentes des formules du moteur à explosion « *normal* »). On peut les cataloguer ainsi :

1° Ces moteurs étant des moteurs à combustion interne, le remplissage normal fournit un couple moteur décroissant avec la densité de l'air d'alimentation ;

2° Ces moteurs à combustion interne étant de plus des moteurs à explosion, c'est-à-dire à mélange explosif préalable, leur coefficient de compression volumétrique ne doit pas dépasser une certaine valeur pour une densité de remplissage donnée; cette limite maximum croît lorsque la densité de remplissage diminue;

3° Ces moteurs étant utilisés actuellement à faire tourner une hélice invariable avec un rapport de vitesses invariable, le couple freinant est fonction non seulement de la vitesse du moteur, mais aussi de la densité de l'air; d'où l'influence indirecte de l'altitude sur le couple moteur susceptible d'être absorbé.

Etudions succinctement les trois facteurs d'action ainsi définis.

§ 1. — Variation du couple moteur avec la densité de remplissage

La décroissance du couple avec la densité de l'air extérieur résulte immédiatement du principe

1. Les moteurs rotatifs, qui répondent à une conception mécanique différente, ont été imaginés exclusivement pour l'aviation.

même des moteurs à combustion interne et à remplissage naturel, puisqu'il y a diminution progressive de la masse de fluide utilisée dans chaque cylindrée.

Les résultats observés sont bien d'accord en gros avec ce que l'on peut prévoir, mais ils ne sont encore pas suffisamment catalogués, ni surtout assez précis, pour permettre d'énoncer et de justifier une loi générale; dans l'état embryonnaire où se trouve encore la documentation expérimentale, les discussions *a priori* sont vides. A titre d'exemple, on pourrait rappeler une querelle qui a sévi à une certaine époque, entre partisans de la proportionnalité du couple moteur soit à la densité d de l'air extérieur, soit à sa pression p; les adversaires prétendaient donner une réponse, conforme à leurs préférences, adaptable à tous les moteurs uniformément, et sans seulement faire mention des conditions de réchauffage des gaz; une simple analyse approximative des éléments de ce problème suffit à montrer combien sont prématurées de telles querelles, où des raisons de sentiment remplacent les bases expérimentales vraiment trop fragiles encore.

Si on examine cette question *a priori*, on doit y distinguer d'abord deux éléments : — A) la décroissance du travail exercé sur le piston par les gaz de chaque cylindrée — et B) la décroissance du couple moteur utile sur l'arbre.

A) Dans le calcul du couple brut, on peut envisager deux approximations successives : 1° En considérant le rendement thermodynamique comme invariable et déterminé par la construction (coefficient volumétrique de compression), le couple moteur brut sera proportionnel à la densité moyenne π de l'air de la cylindrée au moment de la fermeture des soupapes d'admission, soit $C.\pi$. Si l'air était alors encore à la température extérieure, on aurait $\pi = d$ ou plutôt $\pi = kd$, k définissant le coefficient de remplissage (voisin de 1, et qui pourrait même dépasser 1 sous l'action de coups de bélier favorables dans la tuyauterie d'admission); si, au contraire, l'air, en s'échauffant dans les tuyauteries et surtout dans le cylindre, arrivait à une température moyenne pratiquement fixe et indépendante de la température extérieure, on aurait approximativement $\pi = k'p$; les lois réelles de variation de la masse de cylindrée viennent vraisemblablement s'intercaler entre ces deux lois extrêmes, en se rapprochant de l'une ou de l'autre suivant l'activité des échanges thermiques entre le moteur et l'air dans la phase de remplissage.

2° La seconde approximation ferait de plus intervenir, dans les variations du couple, les variations du rendement thermique en fonction de la densité de la cylindrée. L'évaluation classique, qui fait dépendre ce rendement du seul coefficient de compression volumétrique $\rho = \frac{V + v}{v}$ par la formule $R = 1 - \left(\frac{1}{\rho}\right)^{0,41}$, fait en effet partie de tous les calculs *a priori*, admissibles seulement à titre d'indication, qu'on fait trop facilement en négligeant les échanges thermiques entre les parois et la masse gazeuse. L'importance de ces échanges suffit à montrer avec quelle prudence doit être utilisée cette approximation. De plus, les combustions défectueuses auxquelles on arrive, même avec de très bons dosages, pour des densités trop faibles, manifestent encore un autre mode d'action de la densité sur le rendement thermique.

B) Mais quand on parle du couple d'un moteur il s'agit du couple net utile disponible sur l'arbre, c'est-à-dire du couple brut diminué du couple équivalent à l'ensemble des frottements; on l'écrira donc (en supposant par exemple la proportionnalité du couple brut à la densité de l'air extérieur) $C.d - K$.

Dans les forces du frottement, certaines sont proportionnelles aux efforts moteurs principaux, c'est-à-dire aussi à d, et toutes les autres sont seulement fonction de la vitesse (couples absorbés par toutes les commandes annexes, et portion des frottements principaux d'arbre moteur liée aux pressions d'inertie des pièces alternatives); en les séparant, on écrira le couple utile sous la forme $C'.d - K'$, où K' est une constante pour un moteur donné tournant à une vitesse donnée. Les formules de construction actuelles conduisent à des valeurs de K' voisines de un dixième du couple principal au sol, soit approximativement $K' = \frac{C'd_0}{10}$, ce qui permet d'écrire le couple utile sous la forme $C'\left(d - \frac{d_0}{10}\right)$. Pour tous ces moteurs le couple variera proportionnellement à l'excès de la densité de l'air d sur la densité limite $\frac{d_0}{10}$; c'est là simplement une conséquence de ce fait qu'ils sont tous établis d'après les mêmes traditions et les mêmes formules pratiques, entraînant approximativement $\frac{1}{10}$ pour valeur relative du couple passif K', mais il n'en résulte pas que la même densité limite s'impose *a priori* à tous les moteurs qui pourraient être conçus suivant de nouvelles formules. Par exemple, un moteur construit spécialement pour l'altitude où $d = \frac{d_0}{2}$, avec le même coefficient volumétrique de

compression et un volume de cylindrée double, transmettrait les mêmes efforts et pourrait être réalisé avec des pièces mobiles dont le poids ne serait augmenté que faiblement; son couple résistant K″ serait alors peu augmenté, soit $K'' = K'(1+\varepsilon)$ avec $K' = \frac{C'd_0}{10}$, tandis que son coefficient C″ serait doublé, soit $C'' = 2C'$; il aurait, à cette altitude (5.300 m. environ), à peu près le même couple que le premier moteur au sol : $C''\frac{d_0}{2} - K'' = C'd_0 - K'(1+\varepsilon)$, et, aux altitudes supérieures, un couple décroissant suivant la loi : $C''d - \frac{C'd_0}{10}(1+\varepsilon)$ ou $C''\left[d - \frac{d_0}{20}(1+\varepsilon)\right]$.

On voit tout ce qui reste à faire pour arriver à débrouiller l'intervention de tous ces facteurs dans la décroissance des couples moteurs avec l'altitude.

§ 2. — Limitation du coefficient de compression volumétrique en fonction de la densité de remplissage

La limitation du coefficient de compression volumétrique est liée à la réalisation du mélange explosif avant compression, c'est-à-dire au cycle à explosion : il ne faut pas que la compression soit poussée assez loin pour que l'échauffement correspondant entraîne l'inflammation du mélange avant le moment convenable choisi pour l'allumage par étincelle. Ce phénomène de l'auto-allumage diminue beaucoup le couple utile effectif, et même peut compromettre le moteur par les efforts à contretemps qu'il entraîne; on l'évitera en ne dépassant pas pour le coefficient volumétrique $\rho = \frac{V+v}{v}$, une certaine valeur maximum qu'il importe de définir.

Cette détermination ne peut pas être faite *a priori*, à cause de la complexité des circonstances qui interviennent dans l'auto-allumage. Si c'était un allumage spontané (sans intervention de la paroi) du mélange supposé soumis à une compression exactement adiabatique, l'auto-allumage se produirait pour une valeur déterminée du coefficient de compression volumétrique, indépendante de la densité, et variable seulement en fonction de la température t des gaz d'alimentation, puisque la température de ces gaz en fin de compression serait déterminée par la loi adiabatique $T = t\rho^{0,41}$. En réalité, il n'en est nullement ainsi et le coefficient maximum admissible sans auto-allumage dépend essentiellement de la densité de remplissage, parce que les parois interviennent, non seulement par des échanges de chaleur dont l'importance relative varie beaucoup avec cette densité, mais plus encore par l'incandescence de certaines portions saillantes (pointes de bougies, dépôts charbonneux...) dont l'échauffement est lié à l'action accumulée des cycles antérieurs et dépend du régime thermique moyen.

L'expérience indique que, avec les formules actuelles de construction et les coefficients de remplissage qu'elles comportent, on peut, sous la pression atmosphérique normale, élever le coefficient de compression jusqu'à la valeur $\rho_0 = 4,7$ en restant à l'abri de tout inconvénient d'auto-allumage. Pour les remplissages à moindre densité obtenus par aspiration normale à des altitudes z plus élevées (ou, par le jeu d'un étranglement, au niveau du sol), on peut augmenter le coefficient jusqu'à des valeurs limites ρ_z croissantes avec z. Les données expérimentales précises acquises à ce sujet sont encore bien incomplètes; il semble que les dangers d'auto-allumage soient liés, en première approximation, à la valeur de la pression atteinte en fin de compression; si on admet que la pression en fin de remplissage est à peu près égale à la pression extérieure p_z, on aurait alors, pour définir le coefficient maximum ρ_z admissible à chaque altitude z, la relation :

$$p_z\rho_z^{1,41} = p_0\rho_0^{1,41} \quad \text{ou} \quad \rho_z = \rho_0\left(\frac{p_0}{p_z}\right)^{\frac{1}{1,41}} \quad \text{avec } \rho_0 = 4,7$$

§ 3. — Variation du couple absorbable par l'hélice

L'emploi d'hélices fixes indéformables, tournant avec une vitesse angulaire égale ou invariablement proportionnelle à celle de l'arbre moteur, entraîne que, pour une vitesse donnée (régime mécaniquement admissible pour le moteur) et pour un recul donné (conditions de vol déterminées), le couple freinant, c'est-à-dire aussi le couple moteur utilisable, diminuent proportionnellement à la densité de l'air. Cette loi de variation du couple freinant est d'ailleurs, au moins en première approximation, celle du couple moteur normal fonctionnant à pleine admission. Grâce à cette concordance, le moteur normal, muni d'une hélice invariable à multiplication fixe, fonctionne aux diverses altitudes à des vitesses voisines d'une valeur fixe qu'un choix convenable de l'hélice fait coïncider avec le régime de vitesse mécaniquement admissible pour le moteur.

Les trois modes d'intervention de l'altitude, qu'on vient d'analyser ci-dessus, sont relatifs aux moteurs à explosion, et à ce système seul.

Il importe de noter que, si le moteur à explosion est le seul utilisé en aviation, l'évolution historique qu'a subie son adaptation est encore un

facteur important de cette situation de fait. Il serait imprudent d'affirmer, si l'on aborde le problème sous son aspect actuel, que le système à explosion soit *a priori* seul à envisager.

Si on compare par exemple le moteur à vapeur et le moteur à explosion normal, on sait qu'au niveau du sol le second l'emporte de beaucoup comme puissance massique sur le premier. Mais celui-ci, utilisant l'évolution thermique d'un fluide indépendant du milieu extérieur, conserve un couple moteur fixe indépendant de l'altitude, et le rapport des puissances massiques s'inversera au-dessus d'une certaine altitude. Ainsi s'explique que des projets de moteurs à vapeur pour avions de hautes altitudes aient pu être envisagés et étudiés par des ingénieurs très sérieux ; il ne semble pas d'ailleurs qu'aucun essai de réalisation ait été effectivement tenté, et *l'adaptation* du moteur à explosion aux hautes altitudes paraît susceptible de maintenir sa supériorité au point de vue puissance massique.

Une solution moins révolutionnaire, et qui mériterait sans doute d'être sérieusement examinée, serait l'emploi de moteurs à *combustion* interne par injection progressive de combustible dans l'air préalablement comprimé. Ce procédé, éliminant complètement les auto-allumages, supprime la limitation correspondante du coefficient de compression volumétrique et permet par cela même des augmentations notables de rendement thermique : le bénéfice qui en résulte pourrait sans doute, dans bien des cas, l'emporter sur l'alourdissement du moteur lui-même. Il est intéressant d'observer que l'injection de combustible après remplissage d'air résout en même temps la difficulté principale rencontrée dans la mise au point du moteur à deux temps.

Mais ces questions sont entièrement nouvelles au point de vue aviation, et leur étude pratique n'a encore été qu'effleurée. Nous les laisserons de côté, et nous étudierons seulement ici les méthodes utilisables pour adapter le moteur à explosion aux altitudes variées qui intéressent l'aviation.

II. — Adaptation du moteur a explosion a l'aviation

L'élément nouveau à faire intervenir dans les applications aéronautiques est la variation de densité de l'air extérieur d'alimentation. Pour classer les modifications à faire subir aux moteurs et les accessoires à leur adjoindre, il suffira donc de considérer successivement chacun de ses trois modes d'intervention.

§ 1. — Densité de remplissage

Si l'on veut obtenir du moteur, à diverses altitudes, le couple moteur pour lequel il est calculé et construit, il faudra lui assurer toujours la densité de remplissage correspondante, c'est-à-dire abandonner le système de remplissage libre du moteur normal. On peut caractériser la densité de remplissage choisie par l'altitude Z où elle est spontanément obtenue par remplissage libre à pleine ouverture d'admission : nous pourrons désigner cette caractéristique Z sous le nom d'*altitude de construction*. Si on considère le problème du moteur d'aviation en soi (au lieu de le considérer comme une modification progressive du moteur d'automobile), il est normal d'admettre qu'on pourra prendre comme point de départ, au lieu d'un moteur créé spécialement pour la pression particulière qui se trouve exister au niveau de la mer[1], un moteur qu'aurait créé une mise au point analogue poursuivie sous une autre des pressions qui intéressent les avions : l'altitude de construction Z sera alors positive. Un léger effort de généralisation supplémentaire conduit d'ailleurs à penser qu'il n'y a pas lieu d'écarter *a priori* les cas où une densité de remplissage plus grande que celle spontanément réalisée par l'aspiration libre normale au sol paraîtrait avantageuse ; ce qu'on pourra exprimer en disant que l'altitude de construction Z choisie pour le moteur serait alors négative.

Si le moteur fonctionne à une altitude z inférieure à son altitude de construction Z, il faudra maintenir sa densité de remplissage normale, en *limitant* convenablement l'admission. Cette limitation peut être réalisée au moyen d'un étranglement réglable de la tuyauterie d'admission : c'est le procédé le plus immédiat et le plus simple à appliquer. Elle pourrait être réalisée également par le clapet d'admission, qui resterait librement ouvert seulement pendant une fraction réglable de la course d'admission, et se fermerait alors complètement : c'est un procédé qui a été préconisé en particulier par M. Witz. Ces deux procédés sont très voisins l'un de l'autre, et leurs résultats ne différeraient guère que par les conditions différentes des échanges thermiques entre les parois et le gaz pendant la phase d'admission. Ils exigent l'un et l'autre un réglage en fonction de l'altitude qu'il paraît intéressant, étant donné son importance, de confier à un organe de réglage automatique en fonction de la pression dans le cylindre à un moment donné du cycle. Ce réglage automatique peut aussi être fonction de la pression atmosphérique extérieure (à condition d'y faire intervenir une correction en fonction de la vitesse de rotation du moteur lorsque la limita-

1. Cette idée très simple a été mise en valeur, avec une autorité particulière, par M. Caquot, à qui on doit l'impulsion et le développement si remarquables du Service Technique de l'Aéronautique pendant l'année 1918.

tion est réalisée par étranglement). Pour éviter cet organe de réglage automatique assez complexe, on peut aussi utiliser le remplissage libre, suivi d'un recrachement partiel par clapet taré pendant la phase de compression : c'est un procédé qui a été expérimenté et paraît susceptible d'applications intéressantes.

Au contraire, lorsque le moteur fonctionne à une altitude z plus grande que son altitude de construction Z, si on veut maintenir la densité et le couple pour lesquels il est construit, il faudra avoir recours au *remplissage forcé* ou *suralimentation*. D'abord tentée sans succès au moyen de pompes d'alimentation à piston entraînées par le moteur, la suralimentation a reçu une solution fort élégante sous la forme du turbo-compresseur Rateau, pompe d'alimentation centrifuge, à très grande vitesse entraînée par la poussée des gaz d'échappement sur une turbine coaxiale. Depuis lors, les efforts des constructeurs anglais et surtout allemands paraissent s'orienter plutôt dans la voie du compresseur centrifuge, entraîné, au moyen d'engrenages, par le moteur ou même par un moteur spécial supplémentaire.

§ 2. — Coefficient de compression

Tant que la densité de remplissage est maintenue à la valeur définie par l'altitude de construction Z, on peut arbitrairement choisir pour le coefficient volumétrique ρ une valeur au plus égale à la limite maximum ρ_Z correspondante, en particulier la valeur ρ_Z elle-même si on recherche le rendement thermique maximum. Mais, en l'absence de dispositifs auxiliaires capables de maintenir la densité de remplissage constante, ou en dehors des limites d'altitude où ils assurent effectivement ce résultat, la limite maximum ρ_z jusqu'où on pourrait élever ρ pour avoir le rendement maximum, varie avec l'altitude z. Pour éviter de perdre ainsi un bénéfice possible, on a envisagé, et même réalisé, des moteurs à compression variable; le réglage à faire intervenir en fonction de l'altitude peut être obtenu, dans le cas d'un moteur à cylindres en ligne, par une translation relative de l'arbre moteur parallèlement à l'axe des cylindres. En fait, c'est une solution pratiquement inacceptable (au point de vue des réalisations mécaniques) pour les moteurs fixes à grosse puissance; on devra donc choisir un certain coefficient de compression fixe ρ. Supposons que le moteur vole à l'altitude z, où la limite est ρ_z, et soit k la valeur du rapport $\frac{\rho}{\rho_z}$, d'où $\rho = k\rho_z$; si nous admettons la relation indiquée plus haut comme limite d'auto-allumage, la pression p en fin de remplissage devra être au maximum égale à la valeur donnée par la relation $p.k^{1,41}\rho_z^{1,41} = p_z\rho_z^{1,41}$ où $p = p_z\frac{1}{k^{1,41}}$, qui indique, pour chaque altitude z (et au seul point de vue autoallumage), dans quelle proportion doit obligatoirement intervenir la limitation d'admission lorsque $k > 1$ (autrement dit lorsque $\rho > \rho_z$), et dans quelle proportion la suralimentation peut être tolérée lorsque $k < 1$ (autrement dit $\rho < \rho_z$).

§ 3. — Hélices réglables

La loi même de décroissance du couple moteur des moteurs normaux les amène automatiquement à entraîner, comme on l'a vu plus haut, les hélices fixes non réglables à des vitesses peu variables en fonction de l'altitude et qui peuvent ainsi rester voisines du régime de vitesse mécaniquement acceptable pour le moteur.

Les modifications signalées dans les deux paragraphes ci-dessus visent au contraire à obtenir, à toute altitude, un couple moteur constant, aussi voisin que possible de celui que la construction du moteur rend mécaniquement admissible. Un moteur à couple constant, s'il actionnait une hélice invariable à multiplication invariable, lui imprimerait donc une vitesse croissante avec l'altitude. Comme les conditions de sécurité mécanique limitent aussi bien la vitesse de rotation N que le couple moteur C, on serait amené à choisir l'hélice invariable telle que cette vitesse N soit atteinte à l'altitude la plus élevée L où l'on se propose de faire travailler le moteur avec son couple fixe C. Aux altitudes inférieures z, C restant constant, la vitesse de rotation N_z diminuerait avec l'altitude conformément à la relation $N_z^2.d_z = C^{te}$, c'est-à-dire proportionnellement à l'inverse de la racine carrée de la densité, et la puissance motrice, diminuant également suivant la même loi, deviendrait aux basses altitudes trop faible pour assurer de bonnes conditions de vol, ou même insuffisante pour permettre le départ du sol.

La conséquence immédiate, c'est que les moteurs spéciaux, capables de donner à toutes altitudes d'utilisation le couple moteur pour lequel ils ont été construits, ne peuvent amener à des progrès considérables en aviation que s'ils sont complétés par des hélices à pas variable, capables d'absorber aux diverses altitudes la puissance $C2\pi N$ pour laquelle le moteur est calculé, et mieux encore par des hélices à pas et multiplication séparément variables, capables d'absorber cette puissance avec une vitesse de rotation adaptée à chaque altitude pour le rendement optimum. C'est un problème de réalisation pratique assez difficile, pour atteindre la robustesse et la

sécurité de fonctionnement indispensables. Les efforts qui sont poursuivis en vue de le résoudre permettent toutefois d'espérer qu'on arrivera à des solutions satisfaisantes.

III. — Caractéristiques de construction

Avec les procédés et accessoires dont il a été question au chapitre précédent, on pourrait donc réaliser (limitation, suralimentation, etc.), et utiliser (hélices réglables) des moteurs spéciaux d'aviation capables de fournir, entre deux limites plus ou moins éloignées d'altitude, toute la puissance pour laquelle ils ont été construits.

Une question fondamentale se pose alors : Ces moteurs peuvent devenir, surtout si l'on envisage les altitudes d'utilisation très élevées dont on a beaucoup parlé depuis quelques années, fort différents des moteurs d'automobiles qui ont jusqu'ici servi de point de départ pour les adaptations. Si l'on fait volontairement abstraction de toutes les habitudes imposées par l'évolution de fait que les moteurs actuels ont ainsi subie, on pourra chercher quelles formules de construction paraissent *a priori* les mieux adaptées au problème nouveau ainsi envisagé en soi.

Les trois caractéristiques essentielles du moteur sont : la vitesse de rotation N, la densité de remplissage d_Z, qu'on peut définir aussi bien (comme nous l'avons vu plus haut) par l'altitude de construction Z, et le coefficient volumétrique de compression ρ.

La limitation de la vitesse de rotation N, liée surtout aux efforts d'inertie des pièces en mouvement, dépend de considérations mécaniques qui laissent assez peu de marge pour un choix arbitraire. Toutefois les caractéristiques thermodynamiques (qui en comportent beaucoup plus) peuvent réagir de deux manières sur la vitesse maximum de rotation admissible : lorsque leur choix conduit à augmenter la masse de pièces en mouvement alternatif, ou lorsqu'il entraîne des échanges thermiques avec les parois assez intenses pour nécessiter une réduction de la fréquence des cycles. Il y aura donc là des considérations à ajouter encore aux facteurs déjà extrêmement complexes qui interviennent dans le choix des caractéristiques thermodynamiques proprement dites.

Ces caractéristiques thermodynamiques sont essentiellement l'altitude de construction Z, et le coefficient de compression ρ ; leurs choix ne sont d'ailleurs pas indépendants, mais réagissent au premier chef l'un sur l'autre comme il est à prévoir et comme on le verra plus en détail ci-dessous. La complexité des facteurs d'action est telle qu'il serait déraisonnable de prétendre donner *a priori* la solution adaptée à chaque cas; la première chose à entreprendre est de distinguer et de classer ces facteurs en vue de fournir un point de départ pour une étude expérimentale méthodique du problème.

Il est inutile d'insister sur le fait que la densité de remplissage réalisée spontanément au niveau de la mer n'a aucune raison *a priori* d'être la plus avantageuse pour le moteur d'aviation dont nous envisageons l'étude. Le choix de l'altitude de construction Z se présente donc comme arbitraire dans de larges limites, les valeurs négatives devant même être prises en considération comme on l'a indiqué plus haut.

Pour rechercher des directives dans ce choix, il faut d'abord bien définir le but poursuivi, c'est-à-dire fixer l'altitude maximum d'utilisation normale L où l'on se propose de faire travailler le moteur à la puissance pour laquelle il est construit. Pour certaines applications spéciales, telles que l'emploi sur les avions militaires de chasse, la considération de l'altitude d'utilisation normale se trouve primée par celle de l'altitude la plus élevée K jusqu'où le moteur sera capable d'élever exceptionnellement l'avion : Nous laisserons de côté cet aspect spécial de la question pour considérer seulement le cas de l'avion de transport, où la donnée intéressante est L.

Si Z est l'altitude de construction du moteur, on appellera altitudes d'adaptation toutes les altitudes z pour lesquelles les accessoires qui lui sont annexés permettent de lui maintenir le même remplissage que dans l'aspiration libre à Z. Pour $z < Z$ ce résultat suppose l'intervention d'un limiteur d'admission, et pour $z > Z$ celle d'un dispositif de suralimentation. Les altitudes d'adaptation z pour lesquelles ce résultat sera effectivement réalisé seront comprises entre deux limites h (inférieure) et H (supérieure); et l'on a nécessairement $h \leq Z \leq H$.

La première condition à écrire, c'est que le moteur donne la puissance pour laquelle il est calculé aux altitudes d'utilisation normale, et en particulier à l'altitude maximum d'utilisation normale L ; cela comporte la condition $h \leq L \leq H$; d'ailleurs tout accroissement de la limite maximum d'adaptation H (du moins au-dessus des altitudes d'utilisation L très élevées qu'on envisage actuellement) représente en fait une diminution de puissance massique du moteur ; or il n'est pas utile qu'elle dépasse la valeur L : on pourra donc se contenter de réaliser $H = L$. D'autre part, il faut que l'avion puisse évoluer à toutes les altitudes inférieures à L depuis le sol ; or il ne saurait être question de tolérer, même

exceptionnellement, un remplissage à densité supérieure à celle pour lequel le moteur est construit; l'adaptation du moteur doit donc être réalisée par une limitation efficace jusqu'au sol, ce qui se traduit par la condition $h \leqq 0$ (nous garderons d'ailleurs ici le double signe $\leqq$, parce qu'il n'est pas impossible que, dans certains cas, il y ait avantage, au point de vue de la puissance massique, à choisir des altitudes de construction Z négatives, ce qui entraîne $h < 0$).

D'après cela, le choix de l'altitude de construction Z reste arbitraire parmi toutes les valeurs inférieures (algébriquement) à l'altitude maximum d'utilisation normale L (les valeurs négatives étant comprises). Les considérations qui interviendront ensuite, d'une façon très complexe, pour le guider, peuvent être classées en trois catégories :—considérations relatives au principe de construction du moteur et à la sécurité de son fonctionnement — considérations relatives au poids du moteur — considérations relatives à la consommation (et au poids) du combustible. Une analyse succincte suffira à montrer comment s'opposent sans cesse les unes aux autres les diverses directives qu'on peut en tirer.

§ 1. — Considérations relatives au principe de construction du moteur et à la sécurité de son fonctionnement

Certaines conditions qu'on peut être conduit à s'imposer *a priori* pour la construction sont déjà susceptibles de resserrer beaucoup les limites du choix de Z.

Si par exemple des considérations de sécurité amenaient à prohiber l'emploi des limiteurs d'admission comme sujets à des aléas de fonctionnement dangereux, la condition beaucoup plus restrictive $Z \leqq 0$ se trouverait du même coup imposée. En fait, les expériences réalisées dans diverses voies semblent donner à espérer qu'on pourra mettre au point des limiteurs automatiques d'admission suffisamment sûrs pour que leur emploi apparaisse aussi naturel que celui des limiteurs centrifuges de vitesse sans lesquels aucun moteur industriel ne pourrait être mis en service.

Ceci admis, on peut choisir $Z > 0$; mais si $Z < L = H$, l'emploi d'un appareil de suralimentation sera également nécessaire. La surcharge, à peu près négligeable pour les limiteurs, devient ici importante; et pour qu'elle ne soit pas exagérée, on sera amené à limiter la différence $(L - Z)$; les considérations de prix de revient interviennent aussi dans le même sens.

En dehors des considérations de surcharge et de prix de revient, le principe même de l'appareil de suralimentation utilisé peut introduire aussi des limites maxima pour la différence $(L - Z)$: par exemple, si on se propose de réaliser la suralimentation au moyen d'un compresseur centrifuge à un seul étage, cet appareil étant au maximum capable d'élever la pression de l'air du simple au double, il faudra $d_L \geqq \frac{1}{2} d_Z$, ce qui entraîne la condition $(L - Z) \leqq f(L)$.

Inversement, $(L - Z)$ ou $(H - Z)$ ne devra pas devenir trop petit, car le bon sens conduit à ne pas introduire les complications, les surcharges et les frais d'un dispositif de suralimentation pour un trop petit gain d'adaptation $(H - Z)$. L'emploi d'un suralimenteur dans de telles conditions économiquement défavorables resterait seulement à envisager dans le cas exceptionnel, que nous avons laissé de côté, du moteur pour avion de chasse, où l'on recherche un plafond K aussi élevé que possible, plutôt qu'une altitude maximum d'adaptation L déterminée.

Les conditions à envisager ainsi, d'après le principe même des appareils annexes adoptés, peuvent être très variées; nous n'en citerons plus qu'un dernier exemple : Si on adopte le procédé de suralimentation au moyen d'un compresseur mû par les gaz d'échappement, il en pourra encore résulter une autre limitation pour $(H - Z) = (L - Z)$. En effet, supposons le fonctionnement en régime réalisé à un certain moment à l'altitude L; pour qu'il persiste, il faut que la puissance disponible dans la détente des gaz d'échappement, multipliée par le rendement global du groupe motopropulseur, soit au moins égale à la puissance exigée pour comprimer de la densité d_L à la densité d_Z la masse d'air consommée par seconde; les données expérimentales, encore bien incomplètes et bien imprécises, semblent indiquer que la puissance nécessaire croît notablement plus vite que la puissance disponible, en fonction de l'écart $(L - Z)$. La limitation peut même se trouver encore accentuée du fait que le groupe compresseur doit être capable, non seulement d'entretenir à toutes les altitudes comprises entre Z et L le régime d'alimentation normal supposé préalablement atteint, mais aussi de le rétablir éventuellement, par exemple après une période de ralenti.

§ 2. — Considérations relatives au poids du moteur

Si l'on se préoccupe de réduire le poids du moteur, pour une puissance donnée, on est conduit à réduire ρ pour diminuer le rapport entre la pression d'explosion (qui règle les efforts maxima auxquels sont soumises les pièces) et la pression moyenne de détente (qui règle la

valeur du couple moteur). Cette condition est justement celle qui permet d'augmenter, sans autoallumage, la densité de remplissage, autrement dit d'abaisser l'altitude de construction Z. On y peut en fait trouver bénéfice, parce que, pour un couple donné, les volumes de cylindrées diminuent, et, les efforts totaux restant les mêmes, le poids des pièces pourra diminuer d'une façon appréciable avec leurs dimensions géométriques; de plus, cette réduction de poids, lorsqu'elle porte sur les pièces en mouvement alternatif, diminue les efforts d'inertie, et par conséquent elle augmente la puissance en permettant d'élever la vitesse, et elle augmente le rendement mécanique en diminuant les efforts sur les paliers. Par contre, à mesure qu'on abaisse Z, l'écart (L — Z) augmentant, la suralimentation devient non seulement plus difficile à réaliser, mais aussi plus coûteuse en poids.

§ 3. — Considérations relatives au poids de combustible

Ce qui est intéressant au point de vue des poids, c'est non pas le moteur seul, mais le moteur avec sa charge de combustible pour une durée de fonctionnement donnée. Les considérations de consommation doivent donc intervenir, avec une importance relative d'autant plus marquée qu'il s'agit d'utilisations pour des trajets de plus longue durée. Elles apparaissent sous un jour fort différent.

Pour élever le rendement thermique, il y a intérêt à augmenter le coefficient de compression ρ; et cela exige, pour éviter les autoallumages, de réduire la densité de remplissage, c'est-à-dire d'élever Z. Mais, conformément à la réciproque immédiate de l'observation faite au paragraphe précédent, les augmentations de volume que cela exige, pour conserver un couple donné, entraînent des augmentations de poids et des diminutions du rendement mécanique (par lequel il faut multiplier le rendement thermique pour avoir le rendement total). Ceci est déjà vrai lorsque, le coefficient ρ étant pris égal à une certaine valeur donnée, on élève Z progressivement en compensant la diminution de densité par une augmentation de volume : cela entraîne une augmentation de poids bien que l'effort total maximum reste constant. Mais si, à mesure qu'on élève l'altitude de construction Z, on élève simultanément ρ pour l'amener chaque fois au maximum ρ_Z admissible sans autoallumage, l'augmentation de poids est beaucoup plus accentuée. En effet, ρ_Z est défini pour chaque valeur de Z comme le coefficient de compression qui conduit à une valeur donnée de la pression en fin de compression; il y correspond, en première approximation, une valeur donnée de la pression d'explosion, par conséquent l'effort total d'explosion, au lieu de rester constant, augmente proportionnellement à la surface du piston; cela exige un renforcement des pièces et par conséquent une augmentation de poids plus considérable. L'augmentation corrélative de couple est beaucoup moins marquée : si le volume a été augmenté dans le rapport inverse des densités, elle est seulement égale à l'augmentation relative du rendement thermique. D'après cette remarque, tous les moteurs de même surface de pistons, c'est-à-dire *grosso modo* de mêmes dimensions géométriques, qui sont réalisés avec le coefficient de compression maximum ρ_Z, auront même poids, avec des puissances rapidement décroissantes lorsque Z croît.

Cette énumération suffit à montrer combien s'enchevêtrent et s'opposent les uns aux autres tous les facteurs à faire intervenir dans le choix des caractéristiques des moteurs d'aviation pour altitudes élevées et variées. On a vu en même temps à quel point réagissent l'un sur l'autre les choix des deux caractéristiques Z et ρ. Dans la classification des solutions extrêmement variées qui résultent de ces choix, on emploiera souvent deux appellations dont il importe de bien préciser le sens : — d'une part, on dit qu'un moteur est surcomprimé, lorsque ρ est plus grand que ρ_0, et cela suppose obligatoirement $Z > 0$ puisque $\rho \leq \rho_Z$; — d'autre part, nous dirons qu'un moteur est allégé lorsque $\rho < \rho_Z$: pour le même coefficient de sécurité mécanique, il sera moins lourd que le moteur normal ($Z = 0$) de mêmes dimensions, ou que tout moteur poussé à la limite d'autoallumage (Z, ρ^Z) de mêmes dimensions. Ces qualités (liées au choix de ρ lorsque Z est déjà choisi) sont donc absolument indépendantes de la suralimentation (liée à $Z < L$) et de la limitation (liée à $Z > 0$); d'autre part, elles ne sont pas incompatibles entre elles : Par exemple, un moteur pourra être simultanément suralimenté, surcomprimé et allégé, si l'on a $Z < L$ et $\rho_0 < \rho < \rho_Z$.

On ne pourra songer à définir les solutions les mieux adaptées aux divers genres d'avions (altitude maximum d'utilisation normale, et durée des parcours) qu'après des expérimentations très complètes et très méthodiques, par conséquent très longues étant donnée la complexité des facteurs, systématiquement poursuivies en atmosphères artificielles. Elles sont du plus haut intérêt si l'on poursuit la mise au point d'avions de très haute altitude, car elles peuvent conduire à les doter de moteurs fort différents, comme conception, des moteurs actuels : des tentatives engagées par de simples tâtonnements ne sauraient aboutir, dans cette voie, à des résultats rationnels.

J. Villey,

Maître de Conférences à la Faculté des Sciences de Caen.

BIBLIOGRAPHIE

ANALYSES ET INDEX

1° Sciences mathématiques

Fabre (Lucien). — **Les Théories d'Einstein.** — 1 *vol. in*-18 *de* 242 *pages* (*Prix* : 7 fr. 50). *Payot, éditeur, Paris*, 1921.

Moch (Gaston). — **La Relativité des phénomènes.** — 1 *vol. in*-18 *de* 366 *pages avec* 21 *figures* (*Prix* : 7 fr.50). *Ernest Flammarion, éditeur*, 26, *rue Racine, Paris*, 1921.

Nordmann (Charles), *Astronome de l'Observatoire de Paris.* — **Einstein et l'Univers.** — 1 *vol. in*-12 *de* 221 *pages. Hachette, éditeur, Paris*, 1921.

Plus qu'aucune autre doctrine scientifique, la théorie de la relativité a le don d'intriguer et de passionner le grand public. Par ses considérations sur la portée et les fondements de notre connaissance, par ses spéculations sur les concepts fondamentaux d'espace et de temps, il faut avouer qu'elle est de nature à troubler la quiétude intellectuelle de bien des gens dont la philosophie reposait jusqu'ici sur le mol oreiller des théories classiques. Il n'est pas étonnant dans ces conditions que différents auteurs, séduits eux-mêmes par l'étrangeté et la grandeur des nouvelles conceptions, aient essayé de faire partager leur enthousiasme et se soient efforcés de présenter sinon le développement de la théorie, du moins ses principaux résultats d'une manière compréhensible et accessible au lecteur non familier avec l'appareil mathématique considérable exigé pour une étude approfondie.

***

Le plan suivi par Lucien Fabre dans « Les théories d'Einstein » nous paraît en tous points excellent : s'adressant à des lecteurs de formation scientifique très inégale, l'auteur a échelonné les difficultés et présenté la question en trois étapes : une introduction élémentaire, une étude historique d'ordre un peu plus élevé, puis, pour des lecteurs possédant quelques connaissances algébriques, un développement semi-mathématique.

La première partie ne présente pas de difficultés spéciales et peut être abordée par tout le monde. On doit regretter toutefois que l'auteur ne s'y soit pas étendu davantage et ne lui ait pas donné dans son livre la place qu'elle mérite : certaines des conséquences de la théorie, notamment celles concernant le temps, sont si délicates pour des esprits non prévenus qu'il n'est peut-être pas inutile d'y insister et de les envisager sous toutes leurs faces de manière à dissiper par avance toute confusion. Il est juste de dire d'ailleurs qu'elle est complétée fort heureusement par l'étude historique qui, plus détaillée et sans être plus difficile, offrira au lecteur toute satisfaction.

Les chapitres III, IV et V, destinés à ceux encore nombreux qui connaissent les premiers éléments de l'algèbre, sont à notre avis les mieux réussis, et tout lecteur qui se donnera la peine de les lire, possédera sur le sujet des vues précises et particulièrement bien ordonnées.

Successivement l'auteur étudie la notion de relativité ou mieux, comme il le dit, d'indépendance (rappelons que le principe de relativité fut appelé aussi : principe d'indépendance de l'absolu) des réalités géométriques, mécaniques et physiques, et chemin faisant expose l'essentiel de la théorie de la relativité sous ses deux formes, restreinte et générale.

Un dernier chapitre consacré à l'examen critique de la théorie termine l'ouvrage et l'auteur, en même temps qu'il expose l'opinion divergente de différents physiciens, y présente quelques remarques personnelles.

Dans l'ensemble, l'ouvrage, pour lequel Einstein lui-même a écrit une préface, est bien conçu, et suivant l'expression même de l'auteur chacun trouvera à y glaner selon ses propres connaissances.

***

La *Bibliothèque de Philosophie scientifique* ne pouvait manquer de présenter un ouvrage sur la question; elle le fait sous la signature de M. Gaston Moch.

Une des caractéristiques du présent livre réside dans l'abondance des dissertations et des commentaires qui occupent plus de la moitié de l'ouvrage.

Le volume n'y perd pas comme intérêt, au contraire. A part quelques passages qui font double emploi avec d'autres volumes de la même collection, tous ces développements ont leur utilité, soit qu'ils éclaircissent le sens d'une locution ou la portée d'un énoncé, soit qu'ils préviennent à l'avance quelque équivoque possible.

Dans cet ordre d'idées, l'introduction et la première partie intitulée « Physique et Métaphysique » constituent une véritable préparation à l'étude des nouvelles conceptions : tout ce qui de près ou de loin se rattache à la notion de relativité et ses extensions modernes y est mentionné et analysé.

Avec une telle entrée en matière, la lecture des chapitres consacrés à la théorie de la relativité proprement dite devient aisée et nous n'avons rien trouvé dans son exposition qui puisse arrêter le grand public. Les précisions numériques qui sont données, ainsi que la discussion de nombreux points de détail qu'on trouve rarement ailleurs, achèvent d'éclairer le lecteur et de fixer ses idées.

Après cet exposé substantiel et très suffisant, l'auteur revient à ses préoccupations du début et passe un examen critique des nouveaux concepts.

Il ne saurait être naturellement question dans cette rapide analyse de donner notre sentiment, même écourté, sur toutes les discussions soulevées. Bornons-nous à dire qu'à notre sens on aurait tort de prendre à la lettre des fictions mathématiques qui ne sont que de simples manières de parler et de douer d'objectivité de purs artifices de calcul.

Pour user d'une comparaison physique, ces fictions

mathématiques, ces artifices de calcul, ont autant de chances d'existence que les masses positives et négatives de la théorie du magnétisme. On sait qu'il est à peu près certain que les masses magnétiques n'ont aucune réalité et que le doublet magnétique n'est qu'un être de raison, une simple manière de parler équivalant aux courants atomiques fermés de la théorie électronique; mais on sait aussi de quelle utilité est la considération de ces masses pour l'étude du magnétisme et quels avantages on en a retiré pour l'avancement de cette partie de la science. Pareillement, il en va de même en relativité dont les artifices de calcul ne sont que des procédés analytiques, commodes pour exprimer le comportement des phénomènes physiques.

***

Avec M. Charles Nordmann nous retrouvons la manière enjouée et un peu légère qui caractérise ses chroniques scientifiques dans les quotidiens. L'auteur s'est entendu à clarifier un sujet considéré comme particulièrement difficile et le lecteur ne saurait trouver un meilleur guide pour une première initiation. Sans doute, ce dernier, une fois sa lecture achevée, ne pourra prétendre à une connaissance approfondie de la théorie; mais rien ne l'en empêchera, s'il en a le désir et les connaissances, de porter ses pas plus avant : l'ouvrage de Ch. Nordmann lui aura montré le chemin.

Du plan suivi par l'auteur, nous n'avons rien à dire de particulier, l'originalité du livre résidant surtout dans le ton de l'exposition et les exemples choisis. A cet égard, l'auteur a pleinement réussi dans son objet, qui était d'instruire sans ennuyer, et son livre, malgré l'aridité des questions traitées, demeure pour le grand public des plus passionnant.

D'un plus grand intérêt que l'exposé de la relativité elle-même seront, pour ceux qui la connaissent déjà, les deux derniers chapitres du volume consacrés aux objections contre la théorie telle qu'on la présente d'ordinaire; il y a là, condensés en quelques pages, des arguments précis d'une force singulière qu'on fera bien de méditer. L'auteur y fait une large place à la discussion des fondements de la relativité portée récemment par M. Painlevé devant l'Académie des Sciences. Aux conclusions qu'en tire Ch. Nordmann nous ajouterons celle-ci, déjà signalée par M. Brillouin : c'est que, si révolutionnaire que puisse paraître la théorie de la relativité, elle n'est au fond qu'une théorie physique comme les autres, et que, de même que les autres théories physiques, elle subira tôt ou tard une limitation de principe. De tout ceci résulte qu'il y a encore de beaux jours pour les chercheurs et que, sans diminuer le mérite d'Einstein, on peut être sûr qu'après lui viendront d'autres esprits qui se tailleront une place très honorable dans l'histoire de la science et de la relativité en particulier.

MAURICE SAUGER.

2° Sciences physiques

Ariès (E.), *Correspondant de l'Institut.* — **L'œuvre scientifique de Sadi Carnot; introduction à l'étude de la Thermodynamique.** — 1 *vol. in-16 de 160 pages, de la* Collection Payot (*Prix cart. : 4 francs*). *Payot et Cie, éditeurs, Paris*, 1921.

MM. Payot et Cie ont entrepris de publier une « Encyclopédie française de haute culture ne comprenant que des volumes d'une incontestable valeur scientifique et des ouvrages de tout premier ordre » ; la belle étude de M. Ariès réalise de tous points l'engagement que les éditeurs ont pris à l'égard du public. C'est plus qu'une introduction à l'étude de la Thermodynamique. C'est un compendium de cette science, très résumé, il est vrai, mais lumineux, précis, bien ordonné et riche en aperçus profonds et suggestifs. Pour goûter l'œuvre et en tirer profit, il faut sans doute déjà savoir : ceux qui savent déjà liront ces pages avec un vif intérêt et, pour en tirer le suc qu'elles renferment, ils les méditeront et les reliront. Voici les titres des chapitres : I — Le principe de la Conservation de l'Energie ; II — Le principe de Carnot; III — La température absolue et l'Entropie; IV — La dissipation ou la dégradation de l'Energie; V — Les deux facteurs de l'Energie; VI — Les problèmes de l'avenir.

Les dernières lignes de l'ouvrage sont à citer, car elles en dépeignent la physionomie : « La Thermodynamique est une science bien conforme au génie de notre race, qui se suffit à elle-même, et devrait pouvoir germer avec abondance sur notre sol, sans être obligée de passer nos frontières pour aller s'appauvrir à l'étranger. Puisse ce petit volume, inspiré par notre seul désir de faire pénétrer cette vérité dans l'esprit de la jeunesse de notre pays, contribuer, dans la mesure de sa modeste portée, à la renaissance et à la culture de cette belle science, avec l'unique semence que nous devons à un grand Français, à Sadi Carnot. »

AIMÉ WITZ,
Correspondant de l'Institut.

3° Sciences naturelles

De Launay (L.), *Membre de l'Institut, Professeur à l'Ecole supérieure des Mines et à l'École des Ponts et Chaussées.* — **Géologie de la France.** — 1 *vol. petit in-8° de 501 p., avec 64 photogr. et 53 fig. dans le texte, 8 cartes hors texte en couleurs* (*Prix : 40 fr.*). *Librairie Armand Colin, Paris*, 1921.

Id. — **Où en est la Géologie ?** — 1 *vol. in-12 de 205 p. avec 13 fig. de la* Collection des mises au point. *Gauthier-Villars et Cie, éditeurs, Paris*, 1921.

Dans le livre que M. de Launay vient de consacrer à la Géologie de la France, les grandes régions de notre pays sont groupées en massifs anciens et fosses d'effondrement connexes, aires d'ennoyage, chaînes plissées, littoral et prolongements sous-marins. Le texte, comme l'auteur le dit lui-même dans sa préface, ne comporte aucune coupe locale détaillée, aucun nom de fossiles et aucune référence bibliographique. Pour rendre plus clair son exposé, le savant professeur de l'École des Mines numérote les étages géologiques de 1 à 60. Une abondante illustration, constituée par des photogravures et par des cartes en couleurs très schématiques, facilite la lecture de l'ouvrage, qui vient heureusement

compléter la longue liste des œuvres de vulgarisation de l'éminent Académicien.

L'opuscule de M. de Launay qui fait partie de la collection des « Mises au point » est écrit dans un style vivement coloré, destiné à rendre compréhensible pour tout le monde les récentes découvertes des géologues. Les premiers chapitres envisagent la sédimentation (facies, diagénèse, métasomatose) et la tectonique, qui a surtout aujourd'hui pour champ d'activité les charriages. L'histoire des océans précède un exposé des relations de la Géologie avec l'Astronomie et la Physico-Chimie, où sont largement développées les idées les plus hardies sur la mort de la Terre et du Soleil, les évaluations géologiques en années, la constitution de la Lune et de l'intérieur de notre globe. Le livre se termine par des considérations de Géologie appliquée sur la métallogénie, la recherche de la houille, du pétrole et des minerais métalliques.

L. Joleaud.

Chauveaud (Gustave), *Directeur de Laboratoire à l'Ecole des Hautes-Etudes.* — **La Constitution des Plantes vasculaires révélée par leur ontogénie.** — *1 vol. in-8° de 156 p. avec 54 fig.* (*Prix*: 10 *fr.*). *Payot et Cie, Paris*, 1921.

Il y a déjà une vingtaine d'années, MM. Edm. Perrier et Ch. Gravier attiraient l'attention des naturalistes sur l'importance considérable des recherches de M. Gustave Chauveaud[1]. Depuis lors, celui-ci n'a cessé de multiplier ses observations. Après en avoir exposé les résultats principaux dans un Mémoire fondamental[2], il en publie aujourd'hui pour ainsi dire la conclusion sous ce titre significatif : *La Constitution des Plantes vasculaires révélée par leur ontogénie.*

Ce serait certainement méconnaître entièrement la pensée de l'auteur que voir dans cet ouvrage l'exposé d'une nouvelle *théorie* de la constitution des plantes vasculaires. Il se borne au contraire à mettre cette constitution en lumière par l'étude méthodique des *faits* relatifs à leur ontogénie.

La première partie de son ouvrage est consacrée à l'examen des diverses théories en présence et des objections qui leur peuvent être opposées. « Après avoir constaté, dit Gustave Chauveaud [p. 48], que, parmi toutes les théories proposées jusqu'à présent, aucune ne se montrait en concordance parfaite avec les faits observés, il nous a paru indispensable de revenir à l'ontogénie, afin de reconstituer exactement toutes les formations du végétal. C'est pourquoi nous avons substitué l'observation directe aux différentes hypothèses et essayé de suivre pas à pas l'édification des diverses parties du corps de la plante, en prenant l'œuf pour point de départ. » Ainsi donc, c'est par une étude minutieuse *de leur développement, examiné dès ses débuts*, que l'on peut espérer se rendre compte du mode de formation du corps des plantes vasculaires.

Quelles sont les conséquences auxquelles une telle étude conduit ? Il est bon, pour la commodité de l'exposition, d'envisager successivement, comme le fait l'auteur : 1° la morphologie externe, 2° la morphologie interne ou structure.

En ce qui concerne la première, Gustave Chauveaud a « réussi à mettre en évidence l'unité fondamentale qui paraît avoir été commune à toutes les plantes vasculaires ou plantes à racines. C'est une plantule en miniature, dans laquelle on reconnaît aisément deux parties distinctes ; l'une, dirigée en haut, offrant la forme et la coloration d'une feuille ; l'autre, dirigée en bas, ayant la forme et la coloration d'une racine. Nous donnons à la première le nom de *phylle*, à la seconde le nom de *rhize*, et à la plantule le nom de *phyllorhize*. »

Dans l'étude de la morphologie interne, on peut se borner à celle de l'appareil vasculaire, constituant principal de la structure. « Si l'on veut comprendre l'appareil vasculaire, il faut l'observer depuis son origine et s'adresser, par conséquent, aux premiers stades du développement de la plante. » Cet appareil est essentiellement constitué par la formation de systèmes élémentaires successifs, dont chacun correspond à une phyllorhize. « L'unité fondamentale du système conducteur est le *convergent* » ; celui-ci est « composé d'un faisceau vasculaire centripète en alternance avec deux demi-faisceaux criblés ». La considération de cette unité permet de comprendre l'appareil conducteur des Phanérogames ; on sait d'autre part que E. Bertrand et Cornaille[1] ont pu expliquer par celle du *divergent* la structure des Cryptogames. Or, « le convergent correspond à la moitié seulement du divergent, et cela montre qu'il représente bien la partie fondamentale la plus simple qui puisse être distinguée dans l'appareil conducteur des Cryptogames ».

Mais il intervient *naturellement* au cours du développement des plantes vasculaires des circonstances perturbatrices de la formation des phyllorhizes et de l'évolution du convergent. La plus importante de ces circonstances est l'intervention d'une tachygénèse intense, à laquelle Gustave Chauveaud donne le nom d'« accélération basifuge » et qui permet de comprendre toute l'organisation des plantes vasculaires et notamment ce paradoxe que « la racine, c'est-à-dire le membre auquel est attribué la plus récente origine », mais dans laquelle l'accélération basifuge se manifeste très peu, présente la structure la plus primitive.

Bien des naturalistes ont fait des applications abusives de la loi de Serres (ou de Fritz Müller), loi biogénétique fondamentale[2]. Il ne semble pas que l'on puisse faire un tel reproche à Gustave Chauveaud. Comme il le disait dès 1911[3] : « le développement révèle des faits de la plus grande importance, tant au point de la phylogénie de la tige que de sa morphologie. Ainsi, l'*onto-*

1. Edm. Perrier et Ch. Gravier : La Tachygénèse ou accélération embryogénique... *Ann. Sci. Nat., Zool.*, (8), XVI, 1902 (133-374 ; v. surtout pp. 152-156).

2. L'appareil conducteur des plantes vasculaires et les phases principales de son évolution. *Ann. Sci. Nat., Bot.* (9), XIII, pp. 113-438, 218 fig., 1911. [Analysé par Jean Delphy (*Les Pages Modernes*, t. VIII, no 51, pp. 170-172, févr. 1912).]

1. *Travaux et Mémoires de l'Université de Lille*, t. X, 1902.

2. On consultera avec le plus grand intérêt sur ce sujet l'article d'Etienne Rabaud : Les phénomènes embryonnaires et la phylogénèse (*Scientia*, t. XIX, n° xlviii, 4 avril 1916).

3. *Op. cit.*, pp. 165 et 166.

génie montre une succession de phases qui sont caractérisées chacune par une disposition différente des deux sortes d'éléments conducteurs. Comme, d'autre part, cette succession s'effectue suivant un ordre constant, cela fournit un critérium précieux pour établir l'âge relatif de ces différentes dispositions. »

Il est vrai que Gustave Chauveaud, lui aussi, aurait pu mettre en épigraphe à ses travaux ces paroles de Lamarck : « Quelques difficultés qu'il y ait à découvrir des vérités nouvelles en étudiant la nature, il s'en trouve de plus grandes encore à les faire reconnaître. »

JEAN DELPHY,
Chef de travaux à l'Ecole des Hautes Etudes.

Laurent (J.), *Docteur ès sciences, Professeur au Lycée et à l'Ecole de Médecine de Reims, Lauréat de l'Institut.* — **La Végétation de la Champagne crayeuse.** ETUDE DE GÉOGRAPHIE BOTANIQUE. — 1 *vol. in-8° de* 355 *p. avec* 24 *planches et* 9 *cartes. E. Orlhac, éditeur,* 4, *rue Dante, Paris,* 1921.

Cet ouvrage qui vient de paraître est, en même temps qu'une œuvre scientifique, la dernière pensée d'un savant français chassé de ses laboratoires de Reims par les obus allemand. Il faut lire la touchante préface de ce livre, signée de M. le Professeur G. Bonnier, pour savoir quelle perte est pour la science française la mort de J. Laurent. « *La Végétation de la Champagne crayeuse* » résume une grande partie de ses travaux et nous montre quel souci de la vérité animait ce passionné des choses de la nature.

Dans quatre longs chapitres, l'auteur étudie successivement le climat, le sol, les formations et les associations végétales, les sous-districts de la Champagne. Les caractéristiques de la végétation de la Champagne crayeuse se trouvent dans la présence de quatre formations : les tourbières, les garennes primitives, les savarts et les pineraies, et pour chacune l'auteur étudie avec grand soin les relations entre le sol et la plante.

Dans les dernières lignes de son ouvrage, l'auteur formule cette conclusion que nous ne pouvons nous empêcher de citer textuellement : « Peu nous importe que nous possédions sept ou huit formes de *Papaver Rhœas;* si ces formes peuvent vivre côte à côte sur le même terrain, elles témoignent simplement de la dissociation de l'espèce ; mais s'il était possible de démontrer que chacune d'elles exige des conditions écologiques spéciales, soit que le milieu détermine la forme, soit même que la forme restant fixe ne puisse se développer que dans un milieu donné, la Phytogéographie perdrait son allure primitive de science descriptive pour prendre son caractère véritable de science explicative de la distribution des végétaux. »

Marcel RIGOTARD,
Ingénieur agronome.

Delafosse (Maurice), *ancien gouverneur des colonies, professeur à l'Ecole coloniale et à l'Ecole des Langues orientales.* — **Les Noirs de l'Afrique.** — 1 *vol. in-16 de* 160 *p. avec* 4 *cartes, de la* Collection Payot (*Prix cart.* : 4 *fr.*). *Payot et Cie, éditeurs, Paris,* 1922.

Les Noirs africains sont restés longtemps très mal connus des populations européennes et en même temps très inexactement jugés, mais aujourd'hui que le mouvement de la colonisation nous a fait pénétrer parmi eux, nous avons plus de facilités pour nous rendre compte de leur vie véritable dans le présent et dans le passé. Mais souvent on s'est créé des opinions trop superficielles ; pour bien comprendre ces peuples, il faut avoir été assez longtemps en contact avec eux et avoir approfondi toutes les connaissances les concernant. Aussi, l'auteur de ce volume, M. Maurice Delafosse, qui les a vus de près comme explorateur et administrateur, et qui, s'étant toujours attaché aux questions d'ethnographie, n'a cessé d'étudier leurs langues si nombreuses, leurs mœurs, leurs usages, leurs traditions, leurs genres de vie à tous points de vue, avait-il une compétence toute particulière pour retracer leur existence à travers les âges et les dépeindre aujourd'hui. Son but a été de présenter un aperçu d'ensemble sur l'histoire des populations de race noire, habitant le continent africain, et sur leurs civilisations, leurs caractères matériels, intellectuels et sociaux. L'ouvrage renferme de nombreuses connaissances ethnographiques, très instructives et très précieuses à signaler pour la science, pour l'histoire et pour la colonisation.

L'auteur remonte jusqu'aux temps préhistoriques pour rechercher les origines des Noirs africains, et c'est avec beaucoup d'érudition historique qu'il suit tous leurs développements et leurs traces de civilisation dans l'antiquité et au moyen âge. Puis, à partir de cette époque jusqu'à nos jours, il étudie successivement les Noirs dans trois grandes zones africaines séparées : Afrique occidentale, Soudan central et oriental, Afrique méridionale. On ne peut manquer d'être frappé, par tout cet exposé historique, de l'importance qu'ont prise certains Etats indigènes et de l'organisation qu'ils eurent.

Arrivant à l'époque actuelle, M. Delafosse montre ensuite, en tenant compte des nombreuses diversités que les Noirs présentent selon les régions, quels sont les caractères principaux pouvant être relevés chez eux quant aux civilisations matérielles, aux coutumes sociales, aux croyances et pratiques religieuses, aux manifestations intellectuelles et artistiques. Ces derniers chapitres contiennent encore beaucoup de précieux détails et sont un tableau très précis et très frappant de ce qu'est le Noir de l'Afrique aujourd'hui.

A chacun des dix chapitres de son ouvrage, l'auteur a ajouté des bibliographies qui forment par leur ensemble une documentation très étendue et très précieuse.

G. REGELSPERGER.

ACADÉMIES ET SOCIÉTÉS SAVANTES
DE LA FRANCE ET DE L'ÉTRANGER

ACADÉMIE DES SCIENCES DE PARIS

Séance du 27 Décembre 1921

M. le Président annonce le décès de M. **Schwarz**, Correspondant pour la Section de Géométrie.

1° Sciences mathématiques. — **M. Em. Borel** : *Les fonctions quasi-analytiques de variables réelles.* — M. **M. Gevrey** : *Sur la détermination des intégrales des équations aux dérivés partielles d'ordre* 2 p *à* m *variables admettant une famille multiple de caractéristiques d'ordre* p. — M. **Gast. Bertrand** : *L'équation de Fredholm et les masses statiques de la première sorte.* — **M. d'Azambuja** : *Sur un mode de représentation graphique des filaments de la couche supérieure de la chromosphère solaire.* L'auteur présente un planisphère sur lequel sont marqués tous les filaments observés sur les spectrohéliogrammes du calcium pendant une rotation (n° 881) du Soleil.

2° Sciences physiques. — **M. Ch. Ed. Guillaume**: *Déterminations fondamentales et vérifications récentes des mètres-étalons.* La comparaison des résultats obtenus en 1889 et 1920 dans la vérification des mètres-étalons au Bureau international des Poids et Mesures montre que les équations relatives du prototype M et de ses témoins sont restées identiques, tandis que les règles 26 et T_3 ont subi un allongement indiscutable. Celui-ci a faussé peu à peu les valeurs numériques des longueurs déduites des étalons d'usage et qui se sont trouvées exprimées en nombres trop faibles; mais cette erreur doit se trouver compensée, pour certaines températures, par une erreur positive inverse dans les dilatabilités déduites des déterminations fondamentales. — M. **H. Hubert** : *Nouvelles recherches sur les grains orageux en Afrique occidentale.* Il apparaît de plus en plus que, du moins dans les régions soudanaises, les grains s'élaborent lentement dans le plan horizontal situé à la limite commune de la mousson et de l'harmattan. Ils s'entretiennent en cours de route, puis se désagrègent peu à peu suivant les obstacles qu'ils rencontrent. L'abaissement de température provoqué par le passage d'un grain peut dépasser 10°. — M. **E. Carvallo** : *Le problème de la relativité dans les diélectriques.* — M. **J. Villey** : *La liquéfaction adiabatique des fluides.* L'auteur montre que les résultats de M. Bruhat, critiqués par M. Ariès, sont pleinement d'accord avec les prévisions auxquelles conduit, d'une façon plus intuitive, la conception cinétique. — M. **L. de Broglie** : *Sur la théorie de l'absorption des rayons X par la matière et le principe de correspondance.* L'auteur démontre que le coefficient de la loi de Bragg-Pierce est une constante universelle exprimable en fonction des constantes de l'électron et du rayonnement. — M. **A. Dauvillier**: *Contribution à l'étude de la structure des éléments de nombre atomique moyen.* L'auteur donne le résultat de ses mesures sur les spectres de haute fréquence de l'or, du cérium, de l'antimoine. — M. **R. Boulouch**: *Sur le problème de l'achromatisme.* Etablissement des conditions de l'achromatisme angulaire et de l'achromatisme latéral. — M. **Ch. Staehling** : *Sur la radio-activité des oxydes d'uranium.* Les préparations d'oxyde vert d'urane, même très pur, s'hydratent lentement à l'air, ce qui pourrait expliquer leur diminution d'activité. Les oxydes noirs, obtenus par calcination à très haute température, ne s'hydratent pas; leur radio-activité ne varie pas. Il semble donc exister un oxyde noir défini, qui serait U^2O^5 ou une variété allotropique de l'oxyde vert U^3O^8. — M. **H. Pélabon** : *Sur la constitution du sélénium.* Les différents échantillons de sélénium gris doivent être formés de mélanges en proportions variables de deux modifications α et β. La modification α serait très résistante; la modification β serait au contraire très conductrice. — M. **P. Woog** : *Relations entre les propriétés moléculaires et la capacité de fixation d'iode de certains hydrocarbures.* L'auteur déduit la proportion de doubles liaisons de la surface occupée sur l'eau par une molécule moyenne d'huile ; l'étalement de ces corps sur l'eau n'est dû, en effet, qu'à la présence active de ces doubles liaisons. Si l'on calcule le poids d'iode correspondant à celles-ci (à raison de 2 at. d'I par double liaison) et qu'on en retranche les valeurs d'iode absorbées par molécule, il reste des quantités d'iode qui semblent être en relation régulière avec les poids moléculaires. — MM. **Samec** et **V. Ssajevic** : *Sur la composition de l'agar.* Dans l'agar, l'acide sulfurique et peut-être aussi silicique semblent jouer un rôle analogue à celui de l'acide phosphorique dans l'amidon. L'agar serait donc un éther sulfurique de gélose, de formule approximative $(C^6H^{10}O^5)^{37}SO^4H^2$. — MM. **M. Nicloux** et **G. Walter** : *Micro-analyse quantitative gravimétrique de l'urée.* Les auteurs ont appliqué les micro-méthodes de Pregl au dosage gravimétrique de l'urée, à l'état de xanthylurée, tout d'abord en solution aqueuse, puis dans le sang lui-même. Les résultats sont remarquablement satisfaisants. — M. **E. Aubel**: *Attaque du glucose et du lévulose par le bacille pyocyanique.* Ces deux hexoses sont décomposés avec formation de méthylglyoxal, puis d'acide pyruvique, d'acétaldéhyde et enfin d'alcool et d'acide acétique. En outre le méthylglyoxal se transforme en acide acétique et aldéhyde formique, dont le dernier donne, par oxydation, de l'acide formique. — MM. **P. Courmont**, **A. Rochaix** et **F. Laupin** : *Sur le rythme de la disparition de l'ammoniaque au cours de l'épuration des eaux d'égout par les boues activées.* Cette disparition est fonction linéaire du temps.

3° Sciences naturelles. — M. **W. Kilian** : *Sur un problème de la tectonique des chaînes subalpines dauphinoises.* La simplicité de structure des chaînes subalpines dans les Montagnes de Lans, de la Grande Chartreuse et des Beauges ne serait qu'une apparence; leur portion orientale serait formée par des écailles post-burdigaliennes plongeantes, elles-mêmes reployées, et

les chaînons situés à l'est du synclinal molassique de Voreppe seraient seuls complètement autochtones. — M. **A. Schoep** : *Sur la kasolite, nouveau minéral radioactif.* Ce minéral provenant du Katanga, en morceaux compacts formés d'agrégats cristallins à structure saccharoïde, jaune d'ocre et jaune brunâtre, répond à la composition $3PbO.3UO^3.3SiO^2.4H^2O$. Il est soluble en jaune dans l'acide azotique. — M. **Alb. Petit** : *Sur la cytologie de deux bactéries.* Dans les deux Bactériacées étudiées, le protoplasme se présente avec les mêmes caractères : c'est une masse spumeuse, renfermant dans ses mailles de nombreux grains sidérophiles. Dans le bacille endosporé, ces granulations disparaissent pendant la croissance de la spore, tandis que se différencie un corps nucléiforme ; on pourrait interpréter ces faits en admettant que ces granulations sont de nature chromatique et se condensent pendant la sporogenèse en un noyau transitoire. — M. **L. Daniel** : *Nouvelles recherches sur les greffes d'*Helianthus. La mise en réserve est toute différente chez les greffes à épibiote ne fabriquant pas d'inuline et chez celles dont l'épibiote et l'hypobiote en élaborent simultanément. — M. **L. Emberger** : *Contribution à l'étude cytologique du sporange chez les Fougères.* Les cellules épidermiques des Fougères doivent subir des modifications profondes pour arriver à former un sporange. Ces modifications consistent en un rajeunissement. En outre, un chloroplaste, même très différencié, peut revenir à l'état de mitochondrie dans les périodes de repos fonctionnel. — MM. **Ed. Chatton** et **A. Lwoff** : *Sur une famille nouvelle d'Acinétiens, les* Sphenophryidae, *adaptés aux branchies des Mollusques acéphales.* — M. **Boel** : *L'adaptation automatique de l'angle d'attaque du vol chez les organismes vivants (étude sur le mécanisme du vol naturel).* Un plan, libre autour d'un axe et soumis à la résistance de l'air, adoptera un angle d'attaque tel que la résultante de la résistance de l'air passe par cet axe. L'auteur montre que le vol des insectes, des oiseaux et des graines ailées obéit à cette loi. — M. **Aug. Lumière** : *Sur le mécanisme des accidents provoqués par l'injection de sérum d'épileptiques.* Les résultats obtenus à la suite de l'injection de sérum d'épileptiques correspondent exactement à ceux que l'on observe dans le choc anaphylactique et dans le choc par contact. La cause déterminante des crises comitiales doit donc vraisemblablement être rapportée à l'excitation des centres par des flocculats. — M. **L. Blum** : *L'action antiphlogistique des sels de calcium.* Le mécanisme de l'action du calcium dans les phénomènes d'inflammation est identique à celui qui est à la base de son action diurétique : il déplace le sodium et avec celui-ci de l'eau.

Séance du 3 Janvier 1922

1° Sciences mathématiques. — M. **P. Montel** : *Sur les familles quasi-normales.* — M. **Auric** : *Sur la généralisation des fractions continues.* — MM. **Gossot** et **Liouville** : *Sur les principes de la Balistique extérieure.* Les auteurs discutent les résultats obtenus, dans un certain nombre de problèmes de Balistique extérieure, par les deux Ecoles de l'intégration et de la compensation.

2° Sciences physiques. — M. **G. Sagnac** : *Les invariants newtoniens de la matière et de l'énergie radiante, et l'éther mécanique des ondes variables.* Pour l'auteur, l'hypothèse de la relativité générale impose sans raison physique l'impossibilité de toute variation dans la vitesse des ondes. Elle supprime d'autre part l'existence sur la Terre du vent d'éther dont l'auteur a donné la théorie mathématique. — M. **H. Chaumat** : *Sur le galvanomètre balistique.* L'auteur donne des formules utilisables pour tous les galvanomètres et permettant d'établir des équations réduites, car elles font apparaître le rapport de la valeur d'amortissement dans des conditions quelconques de fonctionnement de l'appareil à la valeur de l'amortissement correspondant à la périodicité critique. — M. **R. Jouaust** : *Sur la réception des ondes entretenues par modulation.* La modulation à la réception consiste à faire varier périodiquement par un dispositif quelconque l'intensité du courant dans les organes récepteurs ; on obtient ainsi un courant audible au téléphone dont l'amplitude, dans le cas d'une modulation complète, est la moitié de celle du courant qui circule dans les organes récepteurs. — M. **Taffin** : *Le recuit des verres.* L'auteur a repris les expériences d'Adams et Williamson, en cherchant à généraliser leur loi expérimentale pour des retards compris entre 95 et 5 $\mu\mu$. Il propose deux modifications de cette formule, qui représentent bien les expériences pour des tensions comprises entre 50 et 100 $\mu\mu$. — MM. **A. Zimmern** et **E. Salles** : *Etude spectrographique du dévirage du platino-cyanure de baryum dans l'effet Villard.* Les radiations susceptibles de détruire l'effet Villard semblent se répartir en quatre bandes principales : la plus basse dans l'infra-rouge, une dans le vert-jaune, une dans le bleu et une dans l'ultraviolet. — MM. **R. Fosse** et **A. Hieulle** : *Synthèse de l'acide cyanhydrique par oxydation, en milieu argentico-ammoniacal, d'alcools, de phénols et d'amines.* — M. **J. Effront** : *Sur les propriétés distinctives des amylases de différentes provenances.* Les amylases de différentes provenances se distinguent par le rapport entre leur pouvoir liquéfiant et leur pouvoir saccharifiant, par l'intensité de leur pouvoir saccharifiant, par leur température optima, par leur action à la température de 20° et par leurs résistances aux températures de 70°, 95° et 100°. — M. **R. Combes** : *La recherche des pseudo-bases d'anthocyanidines dans les tissus végétaux.* Les corps que Noack croit avoir caractérisés comme pseudo-bases dans les extraits amyliques de tissus végétaux sont des phlobatannins, et les substances rouges qu'il a obtenues par chauffage en présence des acides, et considérées par lui comme des anthocyanidines, sont des phlobaphènes.

3° Sciences naturelles. — M. **L. Gentil** : *L'âge des phosphates marocains.* Les phosphates marocains sont, au moins en grande partie, crétacés, d'âge maëstrichtien et danien. Ils atteignent en hauteur le Montien, à l'extrême base du Tertiaire, le *Corax pristodontus* qui persiste dans le Montien se trouvant dans les parties les plus élevées des couches phosphatées. — M. **P. Viennot** : *Le contact anormal du Flysch nord-pyrénéen au nord de Saint-Jean-Pied-de-Port.* Le caractère anor-

mal du contact du Flysch nord-pyrénéen est aussi apparent sur la feuille de Saint-Jean-Pied-de-Port que sur celle de Mauléon. La grande variation du pendage de la surface du contact le long de sa ligne d'affleurement montre que cette surface est elle-même plissée. — M. **Ph. Négris** : *L'Atlantis et la régression quaternaire.* D'après l'auteur, la forme du lit sous-marin de l'Hudson River, qui se présente à la profondeur de 2.000 m. avec un canon dont les murs encaissants ont plus de 1.100 m. de hauteur, confirme l'idée d'un affaissement et de la submersion de l'Atlantis, en même temps que de la régression quaternaire. — M. **A. Allemand-Martin** : *Les lignites du Cap Bon (Tunisie).* Les lignites du Cap Bon sont compris entre le niveau à *Turitella fimbriata, Cerithium lignitarum* et *Ostrea crassissima*; comme ils sont plus rapprochés de l'âge tortonien que de l'âge helvétien, ils peuvent être considérés comme étant tortoniens. — M. **L. Moret** : *Sur la présence de calcaires à Alvéolines d'âge probablement anversien à la base du Nummulitique du plateau d'Arâche (Haute-Savoie).* — M. **J. Savornin** : *Les captures de l'Oum er Rebia et l'hydrographie générale du Moyen-Atlas marocain.* L'auteur signale une nouvelle capture de l'Oum er Rebia, celle du haut Bou-Regreg-Aguenmour. — M. **P. Lesage** : *Etude des plantes salées, pendant la période où se produisent des anomalies.* Les plantes arrosées à 12 °/₀₀ de NaCl absorbent 8 fois plus de sodium que les témoins. Les graines des plantes salées sont plus arrondies, plus dodues que celles des plantes témoins. — M. **Martin-Zédé** : *De l'influence de l'orientation sur le succès de la transplantation des arbres.* L'auteur a pratiqué à Anticosti la transplantation de divers arbres, en les replaçant dans la même direction initiale, par rapport aux points cardinaux, qu'ils possédaient dans la pépinière. Sur le nombre des arbres ainsi remis en terre, le nombre de ceux qui séchaient était insignifiant (6 à 8 °/₀), alors qu'avant l'application de cette méthode il dépassait souvent 50 °/₀. — MM. **L. Léger** et **E. Hesse** : *Coccidies d'oiseaux palustres. Le genre* Jarrina *n.g.* — M. **R. Hovasse** : *La régulation du nombre des chromosomes chez les embryons parthénogénétiques de Grenouille rousse. Son mécanisme.* Cette régulation est générale et précoce. Elle n'est pas le résultat d'une fusion du pronucleus femelle avec le second globule polaire non émis. Elle dépend vraisemblablement d'une augmentation de la quantité de chromatine nucléaire aux dépens des produits nucléiniques existant dans le cytoplasma de l'œuf. — M. **R. Courrier** : *Sur l'indépendance de la glande séminale et des caractères sexuels secondaires chez les Poissons.* Par l'action de la chaleur, on active les divisions spermatogénétiques dans le testicule de l'Epinoche d'hiver et l'on obtient des ampoules séminifères ayant une structure entièrement identique à celle qu'elles possèdent en été. La glande séminale ne provoque pas l'apparition des caractères sexuels secondaires et en particulier la sécrétion spéciale du rein. — M. **A. Lécaillon** : *Sur les caractères d'un hybride issu de l'union d'un canard musqué mâle et d'une oie d'Egypte femelle.* Cet hybride se rattache incontestablement par certains caractères aux deux espèces dont il est issu; mais il a néanmoins aussi des caractères spéciaux. On ne pourrait le regarder comme constitué par une mosaïque de caractères dont les uns seraient identiques à ceux du père et les autres identiques à ceux de la mère. — M. **R. Stumper** : *Le venin des fourmis, en particulier l'acide formique.* Le venin des fourmis étudiées par l'auteur ne renferme, comme acide volatil libre, que H.COOH. S'il y existe d'autres acides, ce n'est qu'en quantité négligeable. — M. et Mme **A. Chauchard** : *Mesure de l'excitabilité d'un nerf sécrétoire : corde du tympan et glande sous-maxillaire.* Les lois qui régissent l'excitabilité d'un nerf sécrétoire rentrent dans la formule générale des nerfs itératifs. — MM. **Rousselot** et **A. Marie** : *Sur un signe auditif de spécificité.* Les syphilitiques atteints de syphilis neurotrope ancienne présentent souvent le signe suivant : intégrité de l'audition pour les notes aiguës jusqu'aux environs de 2.000 vibrations doubles ; diminution progressive au-dessous, jusqu'à surdité presque complète pour 64 vibrations doubles. — MM. **A. Sartory** et **L. Moinson** : *Sur un cas de moniliase bronchique.* Description d'un cas d'affection pulmonaire, dû à la présence d'un champignon du genre *Monilia* dans les poumons.

SOCIÉTÉ FRANÇAISE DE PHYSIQUE

Séance du 12 Décembre 1921

M. **H. Chipart** : *Sur les actions mutuelles de courants et d'aimants plongés dans un liquide magnétique illimité.* Pour calculer ces actions, Boltzmann a proposé, en 1893 les lois suivantes : 1° *Les actions mutuelles de deux courants plongés dans un liquide illimité sont proportionnelles à la perméabilité* μ *de ce liquide.* 2° *Les actions mutuelles de deux aimants varient en raison inverse de* μ. 3° *L'action d'un courant sur un aimant est indépendante de* μ. Ces énoncés sont en désaccord avec la théorie de l'aimantation induite édifiée par Poisson, laquelle nous apprend que les trois lois de Boltzmann ne s'appliquent qu'au système comprenant des aiguilles aimantées, des plaques aimantées tangentiellement, des courants linéaires et enfin des nappes de courants. En toute autre circonstance, les règles de Boltzmann aboutiront nécessairement à des résultats inexacts. Un exemple topique est tiré de l'étude du principe d'équivalence entre courant linéaire et feuillet magnétique : de la théorie de Poisson on conclut que l'énoncé donné par Ampère pour les courants et feuillets placés dans le vide subsiste sans modifications lorsque ces corps sont plongés dans un liquide magnétique, résultat tout différent de celui que fournissent les lois de Boltzmann. Ces lois fictives ne peuvent donc être conservées. Parmi les énoncés généraux qu'on déduit de la théorie classique de Poisson, il en est trois qui paraissent devoir retenir plus particulièrement l'attention. L'auteur les expose successivement. *Première règle* : Les actions subies par les corps U', U'', U''',..., plongés dans un liquide magnétique illimité, de perméabilité μ, sont μ fois plus grandes que les actions mutuelles des corps U'_1, U''_1, U'''_1,... placés dans le vide. *Seconde règle* : Pour calculer les actions mutuelles d'aimants et courants plongés dans un liquide illimité, de perméabilité μ, on commencera

par faire ce calcul dans l'hypothèse où ces mêmes corps sont placés dans le vide et possèdent des aimantations permanentes et des perméabilités μ fois plus petites; on multipliera finalement par μ les résultats obtenus. *Troisième règle*: Pour calculer les actions mutuelles de corps plongés dans un liquide, de perméabilité $\mu = 1 + 4\pi k$, on peut faire abstraction de ce liquide et appliquer les formules à condition d'attribuer à chacun des corps un coefficient fictif d'aimantation $(k' - k)$ égal à l'excès du coefficient véritable k' sur le coefficient k du liquide considéré. *Remarque finale* : Tous les résultats qui précèdent s'étendent à l'électrostatique. Par conséquent les expériences statiques ne permettraient pas, à elles seules, de mettre en évidence la constante diélectrique et la perméabilité d'un liquide illimité non conducteur dans lequel seraient plongés des conducteurs électrisés, des diélectriques, des courants et des aimants. Les formules de Lorentz apprennent que cette conclusion négative tombe en défaut lorsqu'on expérimente sur les corps en mouvement. — M. **P. Chévenard** : *Appareil industriel d'analyse thermique*. Le nouvel appareil, créé il y a un an au laboratoire des aciéries d'Imphy (de la Société Commentry, Fourchambault et Decazeville), est destiné au contrôle des produits métallurgiques et à l'enseignement. Le nouvel appareil comporte un double système d'enregistrement : il inscrit à la fois, sur un tambour de chronographe, les variations de température et les changements de longueur d'un échantillon soumis à une chauffe et à un refroidissement réguliers. Les anomalies de ces graphiques caractérisent les transformations thermiques de la substance étudiée. Mais, tandis que les singularités de la courbe « température-temps » θ cessent d'être perceptibles quand la température varie lentement, celles de la courbe de dilatation Δ conservent une amplitude sensiblement indépendante de la vitesse de chauffe ou de refroidissement. Cette courbe Δ a donc pour but de *révéler* dans tous les cas les phénomènes critiques, alors que la première en *détermine la température*. Pour l'inscription de la température, l'appareil utilise un pyromètre à dilatation basé sur les propriétés d'un alliage spécial, le Pyros. L'échantillon étudié est formé d'un cylindre foré suivant son axe d'un canal étroit dans lequel s'engage à frottement doux une aiguille de Pyros. Il est disposé dans un tube de silice contre le fond duquel bute l'extrémité de l'aiguille pyrométrique. Celle-ci, grâce à sa petite masse, se met rapidement en équilibre thermique avec l'échantillon et ses changements de longueur correspondent aux variations de température de la substance étudiée; la dilatation de l'aiguille, reportée hors du four par une tige de silice, est amplifiée une centaine de fois à l'aide d'un système de deux leviers : un de ceux-ci porte une plume qui marque sa trace sur un tambour de chronographe; un dispositif analogue inscrit la dilatation de l'échantillon. Des précautions spéciales ont été prises pour éviter la rencontre des deux plumes quand la substance étudiée est beaucoup plus dilatable que le Pyros. Ce métal, dérivé du Baros de M. L. Dumas, est essentiellement un alliage de nickel et de chrome durci par une addition de tungstène ou de molybdène. Il est inoxydable et rigide à haute température; il ne présente aucune singularité thermique et sa loi de dilatation, exactement réversible, s'exprime par une fonction parabolique pour toutes les températures supérieures à l'ambiante. En associant ce métal à la silice fondue, on réalise des pyromètres à dilatation, précis, indéréglables, robustes et dont le fonctionnement est rapide et sûr. Ainsi, l'analyseur est insensible aux trépidations et les tracés obtenus sont toujours nets, même si l'appareil est installé à peu de distance d'un marteau-pilon en activité. Les différentes transformations des aciers, des ferro-nickels, des bronzes d'aluminium sont caractérisées avec netteté et l'appareil convient particulièrement au contrôle thermique des aciers spéciaux. — M. **A. Pérard** : *Indications sur les méthodes de détermination des étalons primaires en quartz*. Conformément aux décisions du Comité international des Poids et Mesures, les étalons primaires en quartz sont destinés à constituer un nouveau contrôle de la stabilité de l'unité métrique. Ces étalons, établis par M. Jobin, présentent la forme de prismes à section carrée de 25 mm. de côté, dont les arêtes sont parallèles à l'axe cristallographique, et dont les bases, soigneusement travaillées, planes et parallèles, définissent par leur distance la valeur de chaque pièce. Deux méthodes de détermination par les interférences lumineuses ont été élaborées, qui, entre autres avantages, répondent à la condition d'éviter toute argenture sur les surfaces terminales des quartz, opération susceptible, par sa répétition, d'altérer la valeur des étalons. Les phénomènes lumineux que ces méthodes mettent en jeu sont essentiellement différents; mais elles utilisent, l'une et l'autre, un dispositif semblable : interféromètre Michelson légèrement modifié, l'étalon à étudier étant disposé sur un support réglable devant la région centrale de l'un des miroirs interférents. Dans la première méthode, l'étalon et les deux miroirs sont réglés au parallélisme optique. En lumière monochromatique convergente, on peut observer les anneaux à l'infini de trois manières : 1° entre les miroirs directement, dans les régions marginales, de part et d'autre de l'étalon; 2° entre les miroirs à travers le quartz, l'un des faisceaux traversant l'étalon en un point choisi; 3° entre les deux faces de l'étalon seul, les deux miroirs étant masqués. La détermination de l'ordre d'interférence au centre de ces divers phénomènes fournit trois équations indépendantes à trois inconnues qui sont : la distance optique des miroirs; l'indice moyen relatif (par rapport à l'air ambiant) du quartz au point observé; l'épaisseur du quartz en ce point. Dans la deuxième méthode, les régions centrales des deux miroirs de l'interféromètre sont désargentées sur une surface correspondant à la section de l'étalon à étudier; la face postérieure de celui-ci est amenée très près de l'un des miroirs, et inclinée sur lui d'un petit angle; on règle le second miroir, en orientation et en distance, de façon à obtenir son parallélisme optique avec le premier, et son recoupement optique avec la face antérieure de l'étalon. Si l'on dirige alors un faisceau monochromatique convergent, et en même temps la visée de la lunette, sur les régions marginales des miroirs en dehors du quartz, on observe les anneaux à l'infini; et

un faisceau parallèle projeté dans la région centrale de ces miroirs donne naissance à deux phénomènes de franges de Fizeau qu'il est aisé de séparer : d'une part un masque opaque intercalé devant le second miroir ne laisse susbsister que les franges localisées entre le premier miroir et la face postérieure de l'étalon ; et d'autre part, en *lumière blanche*, les franges colorées, qui ne sont visibles qu'au voisinage immédiat du contact optique, apparaîtront seulement entre la face antérieure de l'étalon et le second miroir. La différence des lames d'air qui peuvent être ainsi mesurées donne l'épaisseur de l'étalon, dont l'inclinaison est d'ailleurs exactement connue. L'auteur indique les résultats obtenus par ces méthodes.

ACADÉMIE D'AGRICULTURE

Séances de Juin et Juillet 1921

M. **Jean Chauzit** donne les conclusions d'expériences concernant l'*emploi du soufre comme agent de fertilisation*. Le soufre répandu dans une terre cultivée a une action très nette sur le rendement agricole. Cette action varie suivant la quantité de matière organique existant dans le sol, suivant l'étendue de la surface de contact et la durée du contact. Pratiquement la quantité de soufre à employer est de 400 à 600 kg. à l'hectare, enfouis à l'automne avec le fumier ou d'autres fumures organiques. — M. **Alfred Le Chatelier** a donné un rapport *sur les Phosphates du Maroc*. On sait que leur exploitation est assurée par un Office chérifien qui est une tentative intéressante d'œuvre coloniale. — M. **Edmond Théry** a exposé *ce que le Communisme a fait de la Russie agricole*. Il montre les tentatives de réforme agraire poursuivies de 1861 à 1906 par l'Administration tsariste. Les statistiques comparées des moyennes obtenues dans les rendements pour les deux périodes 1898-1902 et 1908-1912 montrent très nettement les augmentations moyennes qui sont le fait des réformes de 1906. Pour les cultures d'orge, de maïs, de betterave, de blé, de pomme de terre, les accroissements sont respectivement de 62, 44, 42, 37, 31 %. Et la natalité accuse un accroissement de 22 % de 1902 à 1912. Aucune nation de l'Europe ne peut montrer un essor décennal agricole comparable à celui de la Russie d'avant guerre, et cela sans main-d'œuvre étrangère. Cela justifiait réellement l'amélioration du crédit extérieur de la Russie. Cela pourrait justifier aussi son crédit d'après-demain, si demain lui assurait une restauration de son organisation administrative et de son labeur. Les monopoles étatistes et la socialisation des moyens économiques furent l'œuvre du Gouvernement soviétique : il conduisit à la ruine l'exploitation des chemins de fer, l'industrie métallurgique, toute la production et l'industrie agricole, en même temps que les finances de l'Etat. L'abolition du droit de propriété sur la terre créa des luttes quotidiennes entre paysans et communes. Le système de réquisition des produits agricoles fit de l'agriculture un travail forcé dont le rendement s'affaissa, en 1920, de 73 % sur les prévisions soviétiques. La famine fut l'œuvre de trois ans de politique désastreuse. Ce grand pays d'exportation de produits agricoles n'a plus qu'une disponibilité intérieure qui n'est que de 50 % de ses besoins. Il faudrait dix ans d'une nouvelle orientation économique pour replacer l'organisme russe sur des positions qui restaurent ses facultés d'exportation. — Le Général **Toutée** préconise l'*exploitation des palétuviers* ; ce n'est pas tout à fait nouveau. — M. **Vilcoq** recommande pour le *traitement de la coccidiose hépatique du lapin* une dose de 25 cgr. d'un extrait éthéré de racine de fougère mâle. — Des expériences de M. **Ch. Lormand** ont montré l'*efficacité de la chloropicrine pour la destruction des Renards*. On l'emploie en avril en versant 1/2 litre de chloropicrine dans un terrier dont on bouche les orifices. — M. **J. B. Gèze** a fait une étude des *Blés moucheté*s. D'après l'auteur, la moucheture ne serait qu'une poussière superficielle et non une altération du grain. — M. **André Gouin** a expérimenté *le sorgho dans l'alimentation intensive du porc*. Si nous ne produisons guère de sorgho en France, nous avons une production abondante en A.O.F. Cette semence se place comme valeur alimentaire au même rang que le blé, l'orge, le seigle, le manioc. 100 kg. de sorgho sont équivalents à 125 kg. d'avoine et à 140 kg. de sarrasin. La richesse nutritive du sorgho atteint celle du tourteau d'arachide. Les animaux sont friands de sorgho. Avec du lait écrémé et 200 kg. de sorgho on peut tirer des porcelets 75 kg. de viande grasse en 4 mois. Cette viande peut être obtenue à bas prix puisque le sorgho se vend 35 fr. le quintal. Il faut compléter la nutritivité du sorgho par de la poudre d'os (10 kg.) et un peu de tourteau d'arachides (70 kg.) pour 2 q. de sorgho. 200 petits éleveurs de la région nantaise ont actuellement fait l'heureux essai de cette graine très recommandable. — M. **Paul Marchal** lit un mémoire sur l'*introduction en France d'un parasite américain du puceron lanigère du Pommier*, l'Aphelinus mali *Haldeman*. A l'état larvaire ce petit Hyménoptère est parasite du Puceron lanigère. Les premiers envois en France sont de 1920 et on a créé d'abord des postes d'élevage à Paris, Montargis, Antony, Rouen, Lyon et Bordeaux. Ces postes se sont multipliés. Ce parasite est une recrue de plus qui s'ajoute à l'action de nos prédateurs indigènes. Il sera intéressant d'en suivre l'extension, et aussi l'utilité de son concours dans la lutte contre un des plus dangereux ennemis du Pommier. — M. le Dr **E. Rey** expose ses expériences de quatre années sur *la culture sarclée du Blé*. Trois faits importants se dégagent de ses conclusions : 1° La culture sarclée, pratiquée convenablement, assure une augmentation considérable du rendement, car la moyenne à l'ha. s'est élevée de 20 à 60 hl. 2° Elle réalise une économie de semence de 70 %, car il suffit de 100 grains au m² au lieu de 300 à 400. 3° Elle permet l'économie des engrais azotés, qui ne se montrent pas très actifs dans ce genre de culture, et l'on peut pratiquer la culture du blé pendant plusieurs années sur le même sol. Mais l'auteur insiste qu'il faut opérer sur sol très propre, bien entretenu et ameubli par des binages et sarclages. Nous voudrions voir imiter M. Rey dans diverses régions à blés où l'on se désintéresse trop des méthodes nouvelles. — M. **Vilcoq** a fait des *essais de destruction des Coquelicots dans les céréales*. Une solution à 5 ou 6 % de sulfate de cuivre s'est montrée efficace sans causer de sérieux préjudice à la céréale. Pratiquement les procédés mécaniques semblent préférables aux procédés chimiques. ED. GAIN.

Le Gérant : Gaston DOIN.

Sté Gle d'Imp. et d'Ed., rue de la Bertauche, 1, Sens.

33e ANNÉE N° 3 15 FÉVRIER 1922

Revue générale des Sciences pures et appliquées

FONDATEUR : **LOUIS OLIVIER**

DIRECTEUR : **J.-P. LANGLOIS**, Professeur au Conservatoire national des Arts-et-Métiers, Membre de l'Académie de Médecine

Adresser tout ce qui concerne la rédaction à M. J.-P. LANGLOIS, 8, place de l'Odéon, Paris. — La reproduction et la traduction des œuvres et des travaux publiés dans la *Revue* sont complètement interdites en France et en pays étrangers y compris la Suède, la Norvège et la Hollande

CHRONIQUE ET CORRESPONDANCE

§ 1. — Distinctions scientifiques

Elections à l'Académie des Sciences de Paris. — Dans sa séance du 30 janvier, l'Académie a procédé à l'élection d'un Académicien libre en remplacement de M. J. Carpentier, décédé. Les candidats présentés par la Commission spéciale étaient : en 1re ligne, M. Maurice de Broglie; en 2e ligne, M. Paul Séjourné; en 3e ligne, MM. J. Charcot, Al. Desgrez et M. d'Ocagne. Au 4e tour de scrutin, M. d'Ocagne a été élu par 35 suffrages contre 32 à M. Séjourné.— M. d'Ocagne est professeur à l'Ecole Polytechnique et à l'Ecole des Ponts et Chaussées, et l'auteur de travaux bien connus sur la Nomographie.

Dans sa séance du 6 février, c'est au remplacement de M. A. Grandidier dans la Section de Géographie et Navigation que l'Académie a procédé. La Section avait présenté la liste suivante de candidats : 1° M. G. Ferrié; 2° MM. F. Arago, Eug. Fichot, G. Perrier, Ed. Perrin et J. Tilho. Au premier tour de scrutin, le Général Ferrié a été élu à la presque unanimité des suffrages.— Le nouvel Académicien a derrière lui une œuvre considérable dans le domaine de la t. s. f. et de ses applications à l'art militaire et à la navigation.

Aux deux nouveaux élus, qui sont ses collaborateurs, la *Revue* adresse ses plus cordiales félicitations.

§ 2. — Nécrologie

Camille Jordan, de l'Académie des Sciences (5 janvier 1838 — 21 janvier 1922). — Pour parler d'un savant de cette taille, je n'ai qu'un seul titre : mon admiration, mon affection, mon respect. La France perd, en M. Jordan, un homme de sa plus haute élite! Qu'a fait Camille Jordan?

Abel, en 1826, a prouvé l'impossibilité de résoudre une équation algébrique par des radicaux, en général, au delà du 4e degré. Il faut donc chercher autre chose et, d'abord, les équations *spéciales*, résolubles par des radicaux, quel que soit leur degré. Ici intervient une idée. Lorsque les méthodes actuelles des mathématiques sont inaptes à donner la solution totale, *quantitative*, d'un problème, on essaie de faire une étude *qualitative* de la question.

Si l'on parvient, en effet, à connaître des qualités, en nombre croissant, d'une fonction ou d'un nombre, on finira par atteindre ce nombre, comme on atteindrait un point géométrique par des courbes de plus en plus étroites, entourant nécessairement ce point. Notons donc que la mathématique n'est pas seulement la science du *nombre* en lui-même, mais aussi la science de l'*ordre* et de la *situation*, abstraction faite des grandeurs absolues. Telle est l'idée directrice de Camille Jordan.

Jordan s'applique, dès 1860, à l'Algèbre de l'ordre, l'Algèbre des idées, bien plus haute que l'Algèbre des calculs, et, tout naturellement, il continue l'œuvre de cet enfant génial et décevant, Galois, qui, blessé dans un duel ridicule, mourut en 1832, âgé de 21 ans.

En 10 ans, Jordan construit ce qu'on appelle les *Groupes* des équations résolubles par radicaux et classe les équations non résolubles, distinguant celles qu'on peut ramener à des équations auxiliaires. Ses découvertes ont été publiées, en 1870, dans le *Traité des substitutions et des équations algébriques*, qui marque, après Abel et Galois, un progrès immense de l'Algèbre.

Ce livre est un monument, et tous les géomètres regret-

tent que M. Camille Jordan n'ait jamais voulu publier une 2e édition.

Avant 1870, Jordan a aussi écrit des Mémoires sur les surfaces et sur la symétrie des polyèdres. Ces travaux ont une haute allure : c'est la géométrie de l'ordre et de la situation, non point la géométrie de la grandeur.

Après 1870, Jordan n'a certes pas abandonné l'Algèbre des Groupes, mais il s'est occupé également, avec succès, des formes quadratiques, question fondamentale.

Ingénieur du Corps des Mines, devenu Professeur à l'Ecole Polytechnique et au Collège de France, il a été attiré par l'Analyse infinitésimale, où il a introduit une notion capitale, la *fonction à variation bornée*. Dans cette nouvelle voie, Jordan est encore un maître ; ses travaux sur les Intégrales et sur la série de Fourier se trouvent à l'origine du grand mouvement d'idées auquel MM. Borel et Lebesgue ont pris une part prépondérante.

Il m'est impossible de tout dire et je ne donne qu'un résumé trop bref, mais une chose est certaine : qu'il soit algébriste ou analyste, chaque fois qu'il manie un être mathématique, Jordan met sur lui sa griffe puissante et austère.

Là où il a été, la tranchée est nettoyée !

Il a laissé la trace durable de son double enseignement dans cet admirable *Cours d'Analyse de l'Ecole Polytechnique* — qui serait mieux nommé : Cours du Collège de France. Je me demande s'il serait possible, pour un autre, de donner, en 3 volumes, les Principes, la Géométrie, les fonctions elliptiques, les fonctions abéliennes, les potentiels, etc., etc. Il y a, dans ces trois volumes, une puissance synthétique formidable ; c'est toujours l'idée la plus *riche*, servie par les moyens les plus *puissants*. Beaucoup d'idées, pas trop de calculs ; telle est la marque du génie scientifique.

Je parlais, un jour, avec M. Jordan, du travail considérable que demande la publication d'un cours, parce qu'il est impossible d'avoir, sur *toutes* les questions, des vues personnelles.

« Etant, un jour, embarrassé — me répondit-il — j'allai me renseigner auprès d'Henri Poincaré, *notre maître à tous !* »

Je n'oublierai ni ce trait, ni l'impression presque enfantine de bonté et de douceur, que je lisais, à ce moment, sur le visage de M. Jordan. Ce vieillard illustre parlait, avec respect, d'un confrère beaucoup plus jeune que lui ! Je suppose qu'Henry Poincaré a aussi, parfois, demandé des renseignements à Camille Jordan.

Chargé d'honneurs, M. Jordan était infiniment modeste, bienveillant, juste et ferme. Son caractère était remarquablement pondéré ; il y avait autant de force que d'équilibre dans cette belle tête !

La dernière fois que j'ai eu l'honneur de le voir, au mois de mars 1918, je lui exprimai mes regrets au sujet des deuils profonds que la guerre lui avait causés ; trois de ses fils et un de ses petit-fils avaient été tués [1], aux armées, et Madame Jordan était morte...

1. *Charles*, capitaine d'Artillerie coloniale, 1914 ; — *Pierre*, capitaine d'Infanterie, élève au Grand Séminaire d'Issy, 1914 ; *Louis*, 1915 ; — et, en outre : un petit-fils, *Camille*, blessé mortellement à Verdun, le 17-2-16, mort le 19-2-16.

M. Jordan ne me répondit rien, mais, tandis que je parlais, sa physionomie était celle d'un patricien romain, grave, digne, ferme.

Ce jour-là, les obus tombaient sur Paris, près de nous, et M. Jordan attendait la Victoire, ne pensant qu'à la France, oubliant ses douleurs personnelles.

Savant génial, M. Jordan a été un homme dont la haute dignité morale était universellement respectée.

L'homme était aimé et l'œuvre sera toujours admirée.

Robert d'Adhémar,
Professeur à l'Institut Industriel du Nord de la France.

§ 3. — Physique du Globe

Les grandes marées de la baie de Fundy et leurs causes. — Le point du globe où les marées atteignent leur plus grande amplitude est, comme on le sait, la baie de Fundy au Canada. Dans la partie supérieure de cette baie, au cours d'une période de 6 h., le niveau de la mer s'élève verticalement de 12 à 15 m., et dans la période suivante de 6 h. s'abaisse de la même quantité.

La baie de Fundy constitue une masse d'eau en forme d'entonnoir, avec un fond qui se relève graduellement de l'embouchure jusqu'à la partie supérieure de la baie, et c'est à cette disposition qu'on a attribué la grande amplitude de la marée au fond de la baie, car il est bien connu que la concentration de l'énergie de mouvement d'une grande masse d'eau dans un détroit qui va en se rétrécissant provoque une augmentation d'amplitude de la marée. Mais cette explication ne permet pas de rendre compte d'une manière satisfaisante d'un accroissement d'amplitude allant de moins de 3,5 m. à l'entrée jusqu'à plus de 12 m. au fond de la baie.

M. H. A. Marmer vient de se livrer à une étude nouvelle de ce phénomène, qu'il a communiquée à l'une des dernières séances de la Société philosophique de Washington.

En notant les heures de la marée dans la baie, et leurs rapports avec les heures de courant, ce savant a reconnu que le mouvement de la marée est du type de l'onde stationnaire, avec un nœud à l'entrée de la baie. Par suite de ce fait, il doit y avoir une augmentation graduelle de l'amplitude de la marée en allant vers le fond. Un autre accroissement doit se produire aussi, à la suite du rétrécissement des rives et de la diminution de la profondeur.

En appliquant les formules d'oscillation d'une onde stationnaire dans une enceinte pleine d'eau ouverte à une extrémité, formules développées par Harris et par Honda et ses collègues, M. Marmer trouve que la période d'oscillation de la baie de Fundy est approximativement de 12 1/2 h., soit la période de la marée océanique. Il en conclut que le phénomène qui se passe ici découle d'abord du fait que la période d'oscillation de l'eau dans la baie se rapproche de très près de la période de la marée océanique. Il en résulte un mouvement à onde stationnaire de l'eau qui produit la plus grande amplitude de la marée compatible avec les conditions géographiques.

§ 4. — Génie civil

Le chauffage central et l'utilisation mécanique de l'énergie contenue dans la vapeur à très basse pression. — Il y a encore de très grands progrès à réaliser pour pouvoir diminuer les frais d'exploitation des grandes installations de chauffage central et, en particulier, leur dépense de combustible. M. A. Nessi a présenté à ce sujet une très intéressante communication à l'une des dernières séances de la Société d'Encouragement pour l'Industrie nationale.

Il envisage d'abord l'économie de combustible immédiatement réalisable si on améliore le système de canalisations et le mode de réglage général de la température. Il faut entendre par là le réglage qui s'opère simultanément, sur tous les radiateurs, par la manœuvre d'un ou plusieurs organes situés en un même point tel que la chaufferie.

Ce réglage a pour but de maintenir une température constante dans les locaux chauffés, quelle que soit la température extérieure. Il s'impose particulièrement dans notre pays où la température extérieure hivernale est très variable ; on constate, en effet, que la quantité de chaleur utile à fournir peut se réduire, d'un jour à l'autre, pendant les 150 jours de chauffage d'un même hiver, dans le rapport de 4 à 1.

D'autre part, il importe que l'installation soit à fonctionnement continu et automatique, et que la distribution de chaleur se fasse uniformément quel que soit le régime de marche. La nécessité d'un réglage général de la température est donc d'autant plus grande que l'installation est plus étendue.

Le chauffage par circulation mécanique du fluide chauffant permet d'obtenir les résultats cherchés. Quand c'est de l'eau chaude, on active sa circulation en intercalant une pompe centrifuge sur un collecteur de retour d'eau. La force motrice est celle d'un moteur indépendant, électrique généralement, dont le courant, dans les grandes villes, est fourni par le secteur. Dans ce cas, il faut prévoir un moteur de secours, à essence le plus souvent. Mais ce moteur et le moteur électrique ne peuvent être confiés au personnel inexpérimenté chargé du service des chaudières à fonctionnement continu et automatique employées pour le chauffage central, ce qui fait perdre tout le bénéfice de cet emploi.

MM. Nessi frères réalisent un ensemble parfaitement autonome, à fonctionnement continu et automatique, sans surveillance continue, en employant comme moteur de la pompe de circulation une petite turbine consommant la vapeur à très basse pression qui provient des chaudières du chauffage.

Ce système nouveau a reçu le nom de *dynamo-circuit à eau chaude* ou à *air chaud*, selon que le fluide chauffant est de l'eau ou de l'air. Dans ce dernier cas, la pompe centrifuge est remplacée par un ventilateur. La turbine motrice spéciale, étudiée à cet effet par MM. Nessi, satisfait aux conditions suivantes :

Sa construction est simple : pompe ou ventilateur sont accouplés directement sur son arbre ; elle se met d'elle-même en marche dès que la vapeur d'admission atteint la pression, extrêmement basse, de 20 gr : cm² ; il n'y a qu'un seul palier pour tout le groupe, et son graissage est assuré automatiquement, par un seul graisseur, pour un mois au moins : aucun grippage n'est possible; on n'envoie pas d'huile au condenseur ; les organes, très robustes, sont facilement interchangeables; leur durée est de beaucoup supérieure à celle des chaudières.

Comme les calories contenues dans la vapeur d'admission qui ne sont pas transformées en travail dans la turbine, sont restituées au chauffage par l'intermédiaire d'un condenseur à grande surface où se réchauffe l'eau de circulation, la consommation de cette turbine se traduit par une dépense de combustible qui est insignifiante par rapport à celle qui correspond au chauffage proprement dit, pratiquement $\frac{2}{1000}$ à $\frac{4}{1000}$ de celle-ci. D'ailleurs, elle ne doit pas entrer totalement en compte puisque le frottement de l'eau dans la pompe et les conduits provoque une récupération d'énergie, sous forme de chaleur, qui est utilisée au chauffage.

M. Nessi a eu l'occasion d'appliquer son système dynamo-circuit à eau chaude, notamment : à une installation comprenant 350 radiateurs ; à un groupe de deux immeubles contigus, l'un à loyers, l'autre à usage de bureaux; à un autre groupe de 17 immeubles contigus, pouvant consommer 1.485.000 calories par heure ; à une distribution d'eau chaude dans un grand hôpital parisien. Dans le cas du groupe de 17 immeubles — le radiateur le plus éloigné étant à 350 m. de la chaufferie — les rendements obtenus par rapport à ceux qu'auraient donnés soit l'eau chaude par thermo-siphon soit la vapeur à basse pression (en admettant que les canalisations puissent suivre le même chemin, ce qui eût été impossible pour la vapeur) peuvent être exprimés par les chiffres 1/3, 1/2 et 1.

Les systèmes de M. Nessi constituent une étape importante vers la solution du problème de la distribution rationnelle de la chaleur dans les grandes villes.

§ 5. — Electricité industrielle

Un système de transmission électrique de l'énergie à fréquence variable. — Le problème de la transmission de l'énergie d'un moteur thermique aux organes récepteurs d'un appareil de locomotion comporte un grand nombre de solutions purement mécaniques, largement répandues dans la pratique industrielle. On doit donc se demander si l'électricien peut vraiment venir se mesurer sur ce terrain avec les mécaniciens, surtout si l'on en juge par le nombre tout à fait restreint des applications existantes de la transmission électrique en France ou même en Europe.

Les avantages techniques de la transmission électrique sont cependant évidents. Ce sont, d'abord, la possibilité de réaliser une démultiplication importante du nombre de tours, avec au besoin variation du rapport de réduction, ensuite la faculté de fractionner la puissance, soit réceptrice, soit motrice, enfin la commodité d'installation, en raison de l'indépendance mécanique des moteurs et des récepteurs, et la facilité de manœuvre. Ces intéressantes qualités ont été malheureusement contre-balancées jusqu'ici par des incon-

vénients d'ordre plutôt économique que technique. Tout d'abord, le prix et le poids de l'équipement électrique sont souvent considérables, surtout avec l'emploi du courant continu. En second lieu, le rendement de la transmission électrique peut, dans bien des cas, être inférieur à celui d'une transmission purement mécanique. Enfin, on peut reprocher aux machines électriques à courant continu d'exiger des frais d'entretien assez élevés, le collecteur étant un organe délicat qui demande une surveillance suivie.

Ces défauts sont-ils inhérents à la nature même de la transmission électrique et sont-ils suffisants pour lui retirer toute chance de développement, en dépit des précieuses qualités qu'elle possède par ailleurs? M. Marcel de Coninck vient de se livrer à une étude approfondie de cette question [1], et après avoir examiné tous les éléments du problème, il arrive à cette conclusion que le seul type de moteur électrique qui puisse convenir à cette transmission, c'est la machine à pôles saillants avec excitation par courant continu, employée simultanément avec une génératrice asynchrone.

On peut faire varier d'une manière progressive la fréquence, et par suite la vitesse des moteurs récepteurs, en agissant sur la résistance rotorique des génératrices ou l'excitation des moteurs. On peut obtenir en outre plusieurs vitesses économiques en changeant le nombre de pôles des génératrices, ce qui sera particulièrement facile dans le cas où le rotor est à cage d'écureuil.

La génératrice comporte un seul enroulement, fermé, du type imbriqué avec pôles en parallèle, à deux couches de conducteurs. On modifie le nombre de pôles par simple changement des connexions entre la génératrice et le moteur.

Le démarrage, ou plutôt le « décollage » des moteurs à pôles saillants s'obtient en les alimentant par des courants polyphasés à fréquence variable depuis zéro jusqu'à une certaine fraction de la fréquence normale. La petite quantité d'énergie nécessaire au décollage est empruntée à une source auxiliaire de courant continu, au moyen d'un rhéostat tournant à collecteur transformant le courant continu en courants polyphasés.

L'emploi de moteurs à pôles saillants permet de réaliser une grande économie sur le poids des machines en raison de la faible valeur que l'on peut donner au pas polaire et qui serait inadmissible pour des moteurs à vitesse lente à courant continu ou du type asynchrone.

La facilité de mise en parallèle des génératrices permet de faire varier la puissance dans des limites étendues en adoptant plusieurs groupes générateurs que l'on met en route selon les besoins.

M. de Coninck a comparé le mode de transmission électrique qu'il préconise à la propulsion par turbines à engrenages, actuellement en si grande faveur chez les constructeurs de navires. Au point de vue du poids et de l'encombrement, et à celui de la sécurité de fonctionnement, l'avantage de la transmission électrique est évident. Si l'on considère la consommation de combustible, la solution électrique présente une infériorité d'environ 4 °/₀ dans les conditions ordinaires; mais, si l'on fait intervenir la surchauffe, la turbine pourra supporter facilement une température de vapeur de 40 à 50° plus élevée que dans le cas de la réduction par engrenages, donnant une économie de vapeur de 5 à 7 °/₀, ce qui compense, et au delà, la petite infériorité de rendement de la solution électrique.

Mais c'est surtout au véhicule automobile que l'adoption d'une transmission électrique ne laisserait pas d'apporter des modifications profondes. Elle permettrait, tout d'abord, la suppression de l'embrayage, de la boîte de vitesses, du différentiel et même, dans une certaine mesure, des freins. Mais l'avantage le plus important résiderait dans la possibilité de rendre motrices toutes les roues du véhicule, la charge étant répartie à peu près également entre elles. On peut même concevoir des véhicules à 6 ou 8 roues, chacune d'elles étant actionnée par un moteur électrique directement accouplé.

Pour M. de Coninck, il ne serait pas surprenant que, dans un avenir relativement rapproché, le moteur à pôles saillants fonctionnant sous une fréquence variable vienne occuper une place prépondérante dans la plupart des applications industrielles de la force motrice électrique. Le développement industriel de ce moteur aura-t-il son origine en France ou à l'Etranger? telle est la question que l'auteur pose en terminant.

§ 6. — Agronomie

L'activité de l'Association cotonnière coloniale depuis 1914. — La *Revue* a attiré à plusieurs reprises l'attention de ses lecteurs sur l'importance pour la France de développer la culture du coton dans ses colonies, en particulier dans l'Afrique Occidentale française, et elle a signalé les efforts accomplis dans ce but par l'Association cotonnière coloniale [1].

La production du coton, stimulée par les prix excessivement élevés atteints pendant la guerre par cette fibre textile, s'est développée dans nos colonies dans des proportions importantes. C'est ainsi que, pour les seules colonies du Haut-Sénégal-Niger, du Dahomey et de la Côte d'Ivoire, l'exportation avait atteint: en 1914, 287.000 kg.; en 1916, 545.000 kg.; en 1917, 660.000 kg; en 1918, 892.000 kg.; en 1919, 635.000 kg. Pour cette dernière année, une grande partie de la récolte n'avait pas encore pu être envoyée en France à la fin de l'année, faute de moyens de transports.

Pour l'année 1920, les statistiques douanières ne sont pas parvenues au complet, mais il est probable que l'augmentation ne sera pas sensible, les indigènes ayant consommé sur place la plus grande partie de la récolte pour alimenter l'industrie indigène du tissage qui avait presque totalement disparu depuis de nombreuses années et qu'on a vu reparaître par suite de la pénurie de cotonnades importées d'Europe et de leurs prix très élevés. Cet état de choses ne sera que temporaire, de même que l'on arrivera à stabiliser les prix d'achat sur place, ces prix ayant fortement suivi ceux du coton. Les indigènes à qui l'on avait payé

1. *Bull de la Soc. française des Electr.*, 4e sér., t. I, n° 6, p. 291.

1. Voir t. XIV, p. 299; t. XV, p. 729; t. XVI, p. 667; t. XXIII, p. 93.

le coton brut à des prix fabuleux montraient quelque résistance à céder leur coton au prix correspondant aux cours du coton lorsque ceux-ci, qui avaient atteint au Havre le maximum de 970 fr. les 50 kg. le 12 avril 1920, tombèrent à 174 fr. le 24 juin dernier.

Indépendamment des colonies de la Côte Occidentale, la production du coton s'est considérablement développée dans nos possessions de l'Océanie pour atteindre, en 1917, un maximum de 973.000 kg. Ces cotons toutefois, par suite du manque de moyens de transport, n'ont pu être qu'en partie acheminés vers la France et ont été absorbés principalement par l'Australie. La culture dans ces régions est entreprise par des sociétés et le rôle de l'Association cotonnière coloniale est limité à la fourniture d'égreneuses et de presses permettant la préparation et l'exportation des cotons produits.

Il résultait des conclusions du dernier rapport précité de l'Association que la culture du coton est entrée dans les habitudes des indigènes de nos possessions de l'Afrique Occidentale et que la qualité en a été suffisamment améliorée pour que ce coton puisse être employé d'une façon courante par les filateurs français.

Il reste à cette Association à porter ses efforts vers l'augmentation de la production par les indigènes et vers l'amélioration constante des qualités produites. Les indigènes, en effet, ne disposent que d'instruments de culture des plus rudimentaires et il ne fait pas de doute que, s'ils pouvaient utiliser des moyens plus perfectionnés, la production se développerait considérablement sans qu'ils aient à fournir un travail excédant leurs possibilités. Dans ce but, l'Association projette de créer au Soudan des fermes destinées à expérimenter des instruments agricoles et à en enseigner l'emploi aux indigènes auxquels ils seraient remis. Sur ces fermes, le cotonnier serait cultivé suivant les meilleures méthodes reconnues et ces cultures produiraient des graines améliorées et sélectionnées que l'on distribuerait aux indigènes.

Le Gouvernement général de l'Afrique Occidentale a fait étudier un projet de canal d'irrigation pour arroser une partie de la région comprise entre le Niger et le Bani qui convient bien à la culture du cotonnier.

L'Association, dont le but était de déterminer celles de nos colonies françaises où la culture du coton pouvait être entreprise avec succès, a réalisé la première partie de son programme. Son action est encore indispensable pendant de nombreuses années afin que les travaux de recherche des meilleurs procédés de culture et d'amélioration des espèces ne soient pas interrompus d'ici le moment où les grands travaux hydrauliques prévus seront achevés et permettront à des entreprises privées de créer de grandes exploitations. Une première entreprise de ce genre s'est fondée récemment dans le but de cultiver du coton sur des territoires situés en bordure du Niger dans la région du Goundam, où des études entreprises par l'administration du Soudan ont révélé des conditions favorables à cette culture.

D'autre part, les maisons de Bordeaux spécialement intéressées au Soudan procèdent en ce moment à l'organisation d'une exploitation dans la région de Bamako-Koulikoro.

§ 7. — Zoologie

Influence de la température sur la composition qualitative du plankton. — On sait depuis longtemps à quel point certains organismes pélagiques sont sensibles aux variations de température, même très faibles. C'est à des phénomènes de cet ordre qu'on demande l'explication de certaines distributions géographiques, celle des Péridiniens par exemple. Sur les côtes tempérées de nos pays, la question de l'influence de la température sur le plankton est étroitement liée à celle des variations saisonnières de ce même plankton.

Il serait cependant trop simple d'opposer une composition planktonique d'hiver type à une composition du même genre pour l'été. Les faits sont plus complexes : preuve en soit les caractères si tranchés de l'été 1920 et de l'été 1921, pouvant être considérés l'un comme à tendances froides, l'autre comme à tendances chaudes. Ayant eu personnellement l'occasion de récolter, puis d'étudier pendant ces périodes un abondant matériel pélagique, il nous semble intéressant de donner ici quelques-uns des résultats de nos travaux.

En 1920 la température de l'air accusait une moyenne de 17°,2, celle de l'eau de surface une moyenne de 14°,9. En 1921, les mêmes éléments se chiffraient respectivement par 17°,8 et 17°,3. Cette différence remarquable dans la capacité calorifique des eaux de surface nous explique la présence en 1921, sur nos côtes armoricaines, d'éléments à affinités méridionales, voire tropicales. Sur des graphiques établis par nous, on constate en 1921 une augmentation très notable du nombre des formes méridionales sur 1920. On n'observe pas, par contre, une aussi importante diminution des formes boréales : ceci pourrait conduire à croire que la faune normale des côtes S-O de la Bretagne comporte des types à affinités nordiques. Et le fait que l'influence des hautes températures se fait plus sentir que celle des températures moins élevées s'expliquerait par le fait que les formes méridionales trouvent infiniment plus de facilités à gagner nos latitudes, grâce au Gulf-Stream, dès que les conditions thermiques le permettent, que n'en ont les formes du Nord à descendre jusqu'à nous, même lorsqu'un refroidissement notable semblerait autoriser cette migration. L'inverse pourrait peut-être s'observer sur les côtes Est du Labrador où le plankton doit plus facilement être envahi de formes de mers froides que de formes sub-tropicales.

Parmi les formes à affinités méridionales que nous avons découvertes sur nos côtes, nous citerons une Salpe (*Salpa scutigera-confœderata* Cuv. Forsk.), un Appendiculaire (*Oikopleura fusiformis* Fol), un Hypérien (*Vibila Jeangerardi* Luc.), un Cladocère (*Evadne tergestina* Cls.) [1], des Péridiniens (*Pyrophacus horologicum* Stein, *Ceratium reticulatum* (Pouchet) Cleve, *C. candelabrum* (Erhrbg.) Stein, etc.), des Diatomées (*Rhizosolenia alata* f. *indica* (Perag), *Chaetoceros didymum* Ehr., etc.), enfin certaines formes de Silicoflagellés.

Th. Monod.

1. Espèce nouvelle pour la faune de France.

SUR L'ABSORPTION DE LA GRAVITATION

Dans cet article, que le Comité de Rédaction de la *Revue générale des Sciences* a eu la courtoisie de me demander, j'ai l'intention de résumer quelques recherches théoriques et expérimentales sur la gravitation, accomplies par moi pendant les quatre dernières années ; dans cet exposé, je suivrai le processus logique qui m'a conduit au fur et à mesure aux affirmations et aux expériences qui suivent.

***

Henri Poincaré, dans ses « *Hypothèses cosmogoniques* », montre clairement le désaccord qui existe entre les géologues, d'une part, et les physiciens de l'autre, quant à l'explication de l'origine de la chaleur solaire. Les arguments qu'il apporte, quoique non partagés par tous ceux qui, avant ou après lui, ont étudié cette question, sont tellement suggestifs, qu'ils m'ont poussé à tenter la recherche d'une telle cause, jusqu'ici non soupçonnée, qui, comme le fait remarquer Poincaré, pourrait fournir une nouvelle explication de la chaleur solaire. Je pensai alors à la possibilité que la chaleur des astres provienne, au moins en grande partie, d'une propriété particulière de la matière, laquelle s'échaufferait spontanément d'autant plus vite qu'elle serait agglomérée ou condensée dans un espace plus petit. Et la raison d'un tel échauffement serait due précisément à la force gravifique, émanant de chaque élément matériel. Examinons d'abord si cette hypothèse peut être confirmée par quelque raisonnement de nature différente et si elle ne contredit pas, par hasard, ce que l'observation ou l'expérience ont déjà démontré.

Quelques théories physiques modernes ont, comme on sait, la tendance à abolir l'éther cosmique; cet être, qui a rendu tant de services à la Science et qu'on semblait pouvoir toucher presque de la main, il y a environ vingt ans (c'aurait été alors une hérésie d'en nier l'existence), a toutefois le grave défaut d'échapper à certains contrôles, que logiquement le physicien a voulu tenter. En outre, quoique né du travail de ceux qui voulaient donner un modèle mécanique des phénomènes lumineux et électromagnétiques, il devait être doué de certaines propriétés qu'aucun milieu mécanique ne possède.

Par conséquent le concept d'éther vacille; et la théorie moderne de la Relativité vient lui porter un nouveau coup. On peut, il est vrai, discuter l'opportunité de cette théorie, qui est loin de trouver aujourd'hui un consentement unanime, notamment parmi les physiciens expérimentateurs. Personnellement, je ne suis pas relativiste, mais je tire de la dite théorie, et des doutes élevés déjà par d'autres, des arguments pour établir ce postulat : « *l'éther n'existe pas* ». C'est une affirmation hardie, mais je la formule parce qu'elle peut servir de base à une série de déductions, donnant lieu éventuellement à des contrôles expérimentaux. Il ne s'agit donc pas d'une vaine affirmation, basée sur quelque chose de vague et d'incertain ; mais plutôt d'une tentative qui peut nous ouvrir le chemin pour découvrir de nouveaux secrets de la Nature. Si, après un travail honnête et consciencieux, la recherche expérimentale ainsi fondée se montrait infructueuse, elle pourrait se retourner contre ce postulat et en amener l'abandon.

Ceci posé, si l'éther n'existe pas, le seul concept qui nous reste pour l'interprétation de certains phénomènes physiques (*actions à distance*) est celui de l'émission. Ainsi, la force attractive entre deux corps ne pourrait prendre naissance que par suite de l'émission, de la part de chacun d'eux, de quelques particules, allant choquer l'autre corps. Cette conception rencontre immédiatement une difficulté de caractère mécanique : comment peut-il se faire que le choc des particules sur un corps donne lieu à une impulsion sur celui-ci en sens contraire du mouvement des particules mêmes ? Evidemment en soulevant ce doute, nous sous-entendons un principe que nous ne sommes pas obligés d'admettre, à savoir que les particules ont des *propriétés mécaniques*. Cette assertion est purement gratuite ; si nous ne la faisions pas, nous pourrions dire que, la force attractive étant un fait certain, l'*arrivée des dites particules* (dont l'existence est indispensable, si on abolit l'éther) *engendre cette force*. Cette déduction est simplement logique, au moins autant que pourrait l'être tout autre modèle pour l'explication de la force attractive. En effet, on pourrait encore penser aux fameuses *particules ultramondaines* de Lesage, qui arrivant des régions éloignées, dans toutes les directions, et étant en partie arrêtées par deux corps en présence, donneront lieu à la force newtonienne. Mais le modèle de Lesage a été trop de fois discuté pour que j'aie besoin de rappeler pourquoi, du point de vue *mécanique*, il n'est pas satisfaisant. On pourrait dire, il est vrai, qu'il s'agit là aussi de particules douées de propriétés *non mécaniques* ; mais alors il n'y aurait plus lieu de recourir à

l'intervention d'une cause, dont nous ne possédons pas d'autres preuves (l'arrivée des particules lointaines), puisqu'il serait plus simple de recourir à l'autre hypothèse des *particules locales*. Et c'est à celle-ci que je vais m'attacher.

*
* *

En formulant cette hypothèse on peut supposer que quelques particules, dans leur mouvement à travers un milieu matériel, viennent d'être arrêtées. Pour mieux comprendre encore le phénomène gravifique, on pourrait même dire que la force attractive dépend, d'une manière certaine, des particules qui s'arrêtent ; mais cette hypothèse n'est pas rigoureusement nécessaire, et elle ne nous conduit pas, au moins pour le moment, à entrevoir des contrôles expérimentaux plus précis. Il suffira de dire que, comme conséquence du passage des particules à travers un milieu matériel, le *flux* des particules, c'est-à-dire le nombre de celles qui, dans l'unité de temps, traversent l'unité de section, diminue par l'absorption. Et, puisque la force attractive ne doit dépendre que de ce flux, elle ne peut que diminuer par l'interposition d'un milieu matériel entre deux corps qui s'attirent. Je reviendrai à la fin de cet article sur les contrôles expérimentaux entrepris par moi dans ce sens.

Mais en attendant, d'après les hypothèses faites, une masse considérable comme celle d'un astre (le Soleil, par exemple) ne peut exercer à l'extérieur une action gravifique correspondant à la somme de ses actions élémentaires ; elle se comportera comme si, le phénomène d'absorption n'existant pas, elle était plus petite. L'astronome, qui déduit de la troisième loi de Kepler ou de la théorie des perturbations les masses des astres, ne déterminerait donc que des *masses apparentes* ; les *masses réelles* pourraient être notablement plus grandes.

Nous arrivons ainsi à une autre conséquence importante, se rattachant aux prémisses posées, et qui fournit un contrôle à la recherche dont je vais parler. Selon toute probabilité, et sans vouloir douer les *particules gravifiques* de propriétés mécaniques, on doit admettre qu'elles renferment de l'énergie. Certes, la valeur de cette énergie dépendrait de caractéristiques spéciales tout à fait nouvelles, dont il serait prématuré et facilement fallacieux de parler, mais il suffit qu'elles possèdent de l'*énergie*. Que va-t-il advenir de l'énergie possédée par les particules quand elles s'arrêtent, à la suite de l'absorption gravifique? Si l'on a renoncé, dans les théories modernes de la Physique, à la conservation de la matière, on ne sait pas faire de même pour l'énergie ; celle-ci ne peut pas se perdre, et les particules, en s'arrêtant, doivent enrichir le corps absorbant d'une qualité énergétique : il pourra p. ex. s'échauffer. Cette déduction ne présente pas de caractères de certitude absolue, puisqu'on ne sait rien de concret sur la nature des particules et qu'on ne peut pas dire ce qui arrive quand elles s'arrêtent. Mais elle a au moins un haut degré de probabilité, permettant de rechercher une nouvelle cause de la chaleur des grands amas naturels de matière : les astres.

L'absorption gravifique occasionnerait donc l'échauffement de la matière traversée par le flux de force. On comprend que, là où il y a une plus grande agglomération de matière, il doit y avoir aussi une production plus grande de chaleur, puisque chaque élément matériel émettrait des particules gravifiques, qui seraient plus facilement absorbées par les nombreux éléments environnants. Les grands amas de matière pourraient donc à chaque instant développer de telles quantités de chaleur, qu'ils seraient portés à l'incandescence : au-dessus d'une certaine valeur critique, ils ne pourraient être obscurs. Le Soleil, tant qu'il maintiendra une masse comparable à sa masse actuelle, jamais ne s'éteindra ; son âge et sa vie future pourront être incomparablement supérieurs à la limite fixée par la contraction de Helmholtz (cinquante millions d'années).

Celui qui suit mon raisonnement va soulever ici une objection. Comment est-il possible que la matière émette ou rayonne ces particules indéfiniment ? A cela on peut répondre qu'il n'y a aucune raison pour admettre que le fait se poursuive indéfiniment. Rien n'empêche de penser que, comme le radium emploie quelques milliers d'années à se désagréger, toute la matière se transforme de même, mais avec une lenteur incomparablement plus grande : dans un temps compté en intervalles par rapport auxquels la vie du radium serait très courte, toute la matière que nous voyons irait en se désagrégeant... Mais un tel raisonnement n'aurait pour résultat que de faire taire une de nos préoccupations logiques, et je ne saurais m'avancer davantage dans des considérations qui deviendraient de la pure métaphysique.

On voit donc l'importance d'un tel ordre d'idée dans la compréhension des plus grandioses phénomènes naturels. Certes, cette déduction qui fait dépendre la chaleur des astres du phénomène gravifique n'a pas la rigueur logique qui pourrait la faire admettre comme absolument certaine ; mais, d'autre part, il ne me semble pas possible de trouver quelque argument *a priori*

qui la fasse considérer comme invraisemblable. Je dirai même que plusieurs indices sont en sa faveur.

***

Le premier est, au fond, la nécessité de rechercher une cause nouvelle de la chaleur solaire, mais ceci peut sembler un argument logique insuffisant. Un second argument est le suivant. On peut se demander : Comment varierait la chaleur émise par une masse matérielle avec sa concentration dans un espace donné ? Si l'on admet, d'après les hypothèses faites, qu'une telle chaleur dépend d'une action réciproque entre chaque couple d'éléments matériels, il n'est pas hors de place de supposer qu'elle puisse croître *proportionnellement au carré des masses* (je ne fais ici qu'une hypothèse grossièrement quantitative).

Considérons donc les masses astronomiques de la Terre et du Soleil ; elles sont dans le rapport de 1 à 334.000. Mais, selon l'hypothèse de l'absorption gravifique, ces chiffres représentent le rapport entre les *masses apparentes*. Le rapport entre les *masses vraies* pourrait être différent. En particulier, la masse connue de la Terre, très petite vis-à-vis de celle du Soleil, pourrait représenter aussi, avec une bonne approximation, sa *masse vraie* ; tandis que la *masse vraie solaire* pourrait être notablement supérieure à sa masse *apparente* ou *astronomique*. Je suppose que celle-ci soit seulement 1/10 de la première ; alors, la masse solaire vraie sera 3.340.000 fois celle de la Terre. Et les carrés de ces masses seront dans le rapport de 1 (pour la Terre) à 10^{13} (pour le Soleil). Si maintenant nous prenons les chiffres plus précis représentant la chaleur émise par la Terre et par le Soleil, on a respectivement : $8{,}5.10^{9}$ et $8{,}5.10^{22}$ grandes calories pour 1″. Le rapport entre ces deux nombres est encore précisément 10^{13} ; c'est une preuve de l'intérêt de la théorie proposée.

On comprend d'autre part qu'un tel raisonnement suppose que toute la chaleur solaire est d'*origine gravifique*. S'il n'en était pas ainsi, et si l'on devait prendre aussi en considération la contraction de Helmholtz, la densité vraie (10 fois plus grande que la densité apparente) pourrait être excessive et on arriverait à une valeur plus petite. Il est superflu d'ajouter que le calcul est sujet aussi à l'incertitude des déterminations de la chaleur terrestre et de la chaleur solaire. Mais ce qui importe c'est que *l'ordre de grandeur* du rapport entre les nombres cités coïncide avec celui des carrés des masses vraies.

J'émets toutes ces hypothèses avec la réserve dont ne doit jamais se départir l'œuvre du physicien. Je ne puis me cacher, en effet, combien il entre d'arbitraire dans les différentes hypothèses faites ; mais comme je propose un champ d'études tout à fait nouveau, il m'est permis d'y travailler avec l'imagination sans considérer les faits connus et les théories actuelles comme une barrière infranchissable. Seules les observations ou les recherches futures fourniront la preuve de l'exactitude ou de la fausseté de mes hypothèses. C'est ici qu'il faudra invoquer avant tout l'œuvre de l'astronome et du physicien. L'astronome doit rechercher si ses observations peuvent éventuellement confirmer ou non les théories que je propose. Ainsi on pourra rechercher si la rotation du périhélie de Mercure peut être expliquée d'une manière nouvelle, en tenant compte simplement de l'absorption de la force gravifique à travers la masse solaire. On pourra, en outre, répondre à une question que m'a déjà posée le regretté prof. G. Lippmann, il y a deux ans, en ces termes :

« ... du moment que la matière altère l'attrac-
« tion newtonienne, ne s'ensuit-il pas que cet
« effet doit être plus marqué pour les grosses
« planètes que pour les petites ? Ne s'ensuit-il pas
« que la loi de Kepler $\frac{a^3}{T^2} = \text{const.}$ ne se vérifie
« pas exactement, le quotient $\frac{a^3}{T^2}$ devant être
« plus petit pour les grosses planètes que pour
« les petites ? »

La réponse à une telle question dépend simplement des observations astronomiques, mais je ne puis dire si la précision de celles effectuées jusqu'à présent suffit à établir la justesse de mes théories ou non. D'ailleurs, même si l'astronome trouve que ses observations concordent exactement avec la troisième loi de Képler, ce fait ne peut pas constituer un argument certain contre ma théorie. En effet, la question posée par Lippmann, traduite en d'autres termes, peut s'exprimer ainsi : « Si la force gravifique émanant d'un corps est absorbée par la matière, son inertie ne doit pas être absorbée. » Mais ce n'est qu'une nouvelle hypothèse, à laquelle on peut toujours opposer cette autre : « Comme la force gravifique émanant d'un corps s'affaiblit en traversant la matière, il en est de même pour son inertie. » De cette façon non comprendrait pourquoi la troisième loi de Képler reste toujours rigoureusement vérifiée. Entre ces deux hypothèses opposées, seule l'observation ou l'expérience permettra de choisir dans l'avenir.

En restant dans le champ de l'astronomie, il me plaît encore de citer un travail de De Sitter, dans lequel il contredit certaines conclusions de Bottlinger[1] sur la possibilité d'une absorption de la force gravifique du Soleil sur la Lune dans les périodes des éclipses lunaires, c'est-à-dire par l'interposition de la Terre. Ici le calcul de De Sitter, rigoureux à tout point de vue, se base sur l'hypothèse que l'absorption doit se produire le long des lignes droites joignant les masses élémentaires du Soleil et de la Lune, quand elles traversent la Terre, et que l'allure des lignes de force gravifiques est rectiligne en chaque point de l'espace. S'il n'en était pas ainsi, le raisonnement de De Sitter perdrait sa valeur, et l'absorption, quoique relativement notable, pourrait donner lieu à des perturbations dans le mouvement de la Lune, échappant à tout contrôle astronomique.

***

On pourrait formuler et étudier d'autres questions analogues, de caractère astronomique, mais j'ai hâte d'arriver aux contrôles purement physiques de mes théories, réalisables au laboratoire. A cet égard, je dirai tout de suite que j'ai entrepris, il y a trois ans, une expérience pour vérifier la justesse de mes prévisions ; mais, pour bien faire comprendre mes recherches, j'établirai d'abord quelques prémisses.

On peut supposer d'abord que l'absorption gravifique dépend de la densité du milieu absorbant et, pour simplifier, qu'elle est exactement proportionnelle à cette densité. D'après cette hypothèse, la loi de Newton, modifiée pour le cas d'une force attractive se propageant à travers la matière de densité d, deviendrait :

$$f = \frac{mm'}{r^2} \cdot l^{-hdr},$$

où h est le *coefficient d'amortissement* ou *d'absorption gravifique* ; il représente l'absorption que subit l'unité de force, lorsqu'elle traverse l'unité de distance et pour un milieu d'unité de densité. Avant de penser à une recherche expérimentale quelconque, j'ai, par un calcul laborieux, que je ne peux reproduire ici, cherché à estimer l'ordre de grandeur probable de ce coefficient h. Et j'ai appliqué ce calcul au cas de la plus grande agglomération de matière pondérable voisine de nous : le Soleil. Puisque cet astre nous apparaît avec une densité différente de zéro (1,41), on en conclut que la valeur de h n'est pas infinie (car autrement le Soleil nous apparaîtrait comme ayant une densité ou une masse nulle ; en considérant le Soleil, on déduit par le calcul une valeur limite supérieure de h, égale à $7{,}66.10^{-12}$, correspondant à une densité hypothétique solaire infinie. En réalité h doit avoir une valeur bien plus petite, parce que, selon toute probabilité, le Soleil ne peut avoir en tout cas une densité supérieure à 25 environ (densité des corps les plus lourds connus). En outre, si nous admettons qu'une partie non négligeable de la masse solaire reste pour ainsi dire cachée, puisque c'est d'elle que dépend la formation d'une bonne partie de la chaleur solaire, et si nous supposons, p. ex., que cette partie soit au moins le 1/10 de la valeur totale, la densité vraie du Soleil, au lieu d'être égale à 1,41, sera de 1,6 environ. Le même calcul nous montre que la valeur de h est alors de 10^{-12}. Par conséquent, quelle que soit l'hypothèse admise pour la densité vraie du Soleil (comprise entre 1,6 et 25), l'ordre de grandeur de la valeur du coefficient d'absorption h est toujours de 10^{-12}. Seule une analyse, que je ne puis développer ici, peut expliquer ce résultat curieux, apparemment paradoxal, mais qui m'a été un précieux auxiliaire dans la réalisation des contrôles expérimentaux dont je vais maintenant parler brièvement.

Pour rechercher la valeur de la constante h, j'ai réussi, il y a déjà deux ans, à peser une sphère de plomb de 1.274 gr., libre, puis entourée symétriquement de 104 kg. de mercure. La balance employée avait une telle sensibilité qu'elle pouvait déceler une variation de poids correspondant à un amortissement de la force gravifique de 10^{-12}. Sans discuter ici des nombreuses causes d'erreur que j'ai eu à éliminer dans le cours de cette expérience, je dirai simplement que j'ai trouvé la diminution prévue du poids de la sphère provenant de la présence du mercure, égale à 1/1.000 de milligramme. Autrement dit, conformément à mes prévisions, la force gravifique (la gravitation dans ce cas), en traversant le *manteau de mercure* de 8,5 cm. d'épaisseur environ, disposé autour de la sphère, s'est trouvée affaiblie. La valeur de h, c'est-à-dire l'affaiblissement subi par l'unité de poids, pour l'unité de densité du milieu et pour l'unité de distance parcourue par la force gravifique, est par conséquent de

$$h = \frac{1 \text{ millième de mg.}}{1.274 \text{ gr.} \times 13{,}6 \times 8{,}5 \text{ cm.}} = 6{,}66.10^{-12},$$

où 13,6 est la densité du mercure ; cette valeur confirme donc mes prévisions non seulement

1. W. DE SITTER : On absorption of gravitation ; *Proceed. R. Acc. Amsterdam*, v. XV, p. 808 ; 1912 ; K. F. BOTTLINGER : *Die Gravitations-theorie und die Bewegung des Mondes* ; München, 1912.

comme signe, mais encore comme ordre de grandeur.

Récemment, j'ai répété l'expérience dans des conditions notablement différentes. La sphère de plomb et la balance sont les mêmes que dans la première expérience ; la masse absorbante est constituée par 9.603 kg. de plomb, disposés en forme de cube, de 95 cm. de côté (fig. 1). Le cube peut être décomposé en deux prismes de 95 cm. de hauteur et de $95 \times 47{,}5$ cm^2 de base. Ces prismes sont mobiles et on peut les réunir de manière que, dans une première série d'expériences, la sphère de plomb soit emprisonnée au *centre du cube* ainsi formé et suspendue sans le toucher, par un fil, à la balance extérieure ; ou bien les dits prismes peuvent être écartés jusqu'à 3 mètres de la sphère. La diminution de poids de la sphère, qu'on peut prévoir avec ce nouveau dispositif et qui dépend du parcours rectiligne de la gravitation dans la masse du cube (ce parcours, malgré la masse environ 100 fois plus grande, n'est que 4 ou 5 fois plus grand que dans le cas du mercure), aurait dû être précisément 4 à 5 fois plus forte, c'est-à-dire égale à 4 ou 5 millièmes de milligramme, étant donnée la faible différence de densité entre le mercure et le plomb. En fait, après avoir lutté plus d'une année contre les difficultés résultant de la nécessité de faire mouvoir une masse de 10 tonnes dans le voisinage d'une balance qui devait déceler des variations de poids de l'ordre du milliardième de la masse attachée à ses bras (c'est-à-dire un millième de mg. pour 1 kg. environ), j'ai trouvé que la variation de poids, quoique se manifestant dans le sens voulu, n'est que de 2/1.000 de mg., c'est-à-dire d'environ la moitié de la différence prévue. Ceci conduit pour h à une valeur de $2{,}8.10^{-12}$, au lieu de $6{,}7.10^{-12}$. Présentement je ne saurais pas dire si la différence entre ces deux résultats pro-

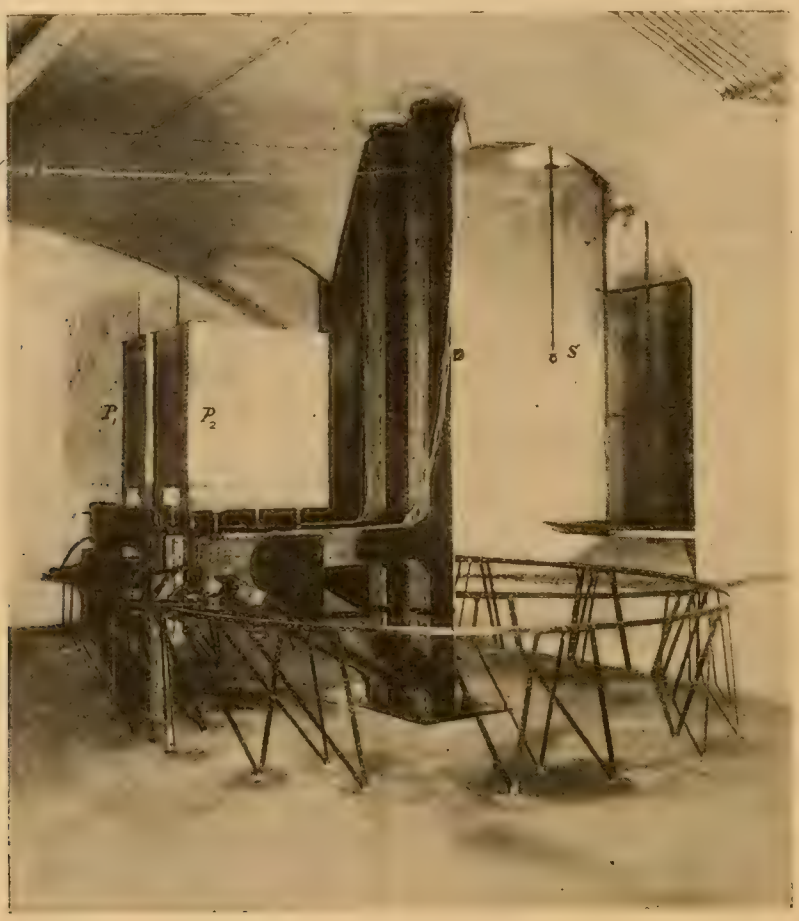


Fig. 1. — *Appareil ayant servi à déceler l'absorption de la gravitation.*
S, sphère en plomb de 1.274 gr. ; P_1, P_2, prismes en plomb de 5 tonnes chacun.
Les prismes peuvent tourner automatiquement et se porter sous la sphère. La balance est placée à l'étage supérieur.

vient de quelque erreur dans la première détermination, ou (mais c'est moins probable) dans la seconde; ou bien d'un défaut de ma théorie, qui serait valable de cette façon seulement en première approximation. D'autres expériences pourront répondre à cette question; mais la concordance du signe et, dans une certaine mesure, de l'ordre de grandeur des deux déterminations est déjà un résultat très satisfaisant.

Dans une seconde série d'expériences, j'ai disposé la sphère de plomb immédiatement *au-dessus* du cube protecteur, en déterminant de cette façon l'attraction newtonienne correspondante, égale à peu près à 2/10 de milligramme. Et enfin, dans une troisième série, j'ai placé la sphère immédiatement *au-dessous* du cube; la nouvelle attraction, de direction contraire à la précédente, se trouve quelque peu plus grande en valeur absolue (c'est-à-dire supérieure à 2/10 de mg.) d'environ 4/1.000 de mg.

Cette différence est donc le double de la diminution de poids que l'on avait observée lorsque la sphère était au centre du cube. L'explication la plus simple de ce résultat est que, dans la deuxième série d'expériences, l'absorption gravifique est double, justement parce que les rayons gravifiques terrestres traversent toute la largeur du cube, et non la moitié, comme dans le cas de la sphère placée au centre; au contraire, dans la troisième série, l'absorption est nulle.

Ce résultat, non seulement montre l'accord entre l'absorption trouvée dans le cas de la sphère placée au centre du cube et dans le cas de la sphère placée au-dessus, mais nous permet de décider définitivement entre l'hypothèse des *particules locales*, avancée par moi, et celle des *particules ultramondaines* de Lesage. En effet, d'après cette dernière théorie, même lorsque la sphère se trouve au-dessous du cube, elle aurait dû subir un allégement à cause de la présence du cube même, parce que des particules venant de l'extérieur s'y seraient arrêtées.

Il me semble donc que la théorie des particules locales soit préférable sans aucun doute.

***

Avec les expériences citées, qui représentent quatre années de travail, je ne prétends pas avoir fourni une preuve absolue des théories proposées par moi. On peut m'objecter que quelque cause perturbatrice cachée m'a induit en erreur, quoique je sois persuadé de les avoir toutes éliminées; le lecteur en jugera par les relations détaillées de mes expériences que j'ai déjà publiées, ou qui vont encore paraître. Certes, le problème que j'ai posé a une telle importance pour le progrès de la science physique, et pour la compréhension de deux des plus formidables phénomènes naturels (gravitation et chaleur solaire), qu'il serait désirable que d'autres savants tâchent de répéter mes expériences dans des conditions identiques ou différentes. Ce n'est que lorsque les résultats annoncés par moi auront été confirmés par d'autres, même qualitativement, que la Science aura fait un autre pas sûr dans la voie du progrès. En attendant, j'ai le plaisir d'annoncer que l'éminent physicien américain A. A. Michelson, qui s'est intéressé à mes recherches, vient de m'informer qu'il se propose de répéter mes expériences.

Pour terminer ce bref exposé, je dois dire que j'ai suspendu pour le moment les observations relatives à l'*action d'écran* de la matière sur la gravitation, et que j'ai l'intention de commencer des recherches expérimentales sur le phénomène éventuel de la génération de la chaleur dans un champ gravifique.

Quirino Majorana,
Professeur à l'Université de Bologne.

(Traduit de l'italien par St. Procopiu, Professeur agrégé.)

LA VARIATION DE LA VITESSE DU VENT AVEC L'ALTITUDE

Un ensemble de travaux récents a mis en évidence une propriété nouvelle de la stratosphère, cette zone de l'atmosphère à température sensiblement constante qui a été découverte par Teisserenc de Bort : alors qu'au-dessous de la stratosphère la vitesse moyenne du vent croît avec l'altitude, à partir de l'altitude où commence la stratosphère cette vitesse se met au contraire à décroître.

Il était intéressant, au moment où la mise en service des moteurs suralimentés de M. Rateau rendait possible le vol des avions à des altitudes non encores atteintes, d'être renseigné sur les vitesses des vents que les avions rencontreront en s'élevant de plus en plus haut. Jusqu'aux altitudes actuellement atteintes par les avions ou les ballons montés, la vitesse moyenne du vent croît avec l'altitude. Cave, dans l'important ouvrage où il a exposé les résultats de ses observations par ballons-pilotes à Ditcham Park [1], a noté que les résultats moyens des quelques sondages (onze) au cours desquels le ballon avait pénétré dans la stratosphère indiquaient que la vitesse du vent cesse de croître à la limite de la stratosphère et décroît ensuite à mesure que l'altitude croît.

En vue de préciser cette variation, j'ai utilisé, dans les Publications de la Commission internationale pour l'Aérostation scientifique, toutes les ascensions de ballons-pilotes ayant dépassé 10.000 mètres et pour lesquelles les visées ont permis la mesure de la vitesse, du 1er janvier 1904 au 30 juin 1912; il y en a 192, abstraction faite d'un très petit nombre faisant double emploi, auxquelles j'ai joint 6 autres ascensions données dans l'ouvrage de Cave. Pour chacun de ces sondages a été tracé, avec l'aide du bureau de dessin de la Direction des Recherches scientifiques et industrielles et des Inventions, le graphique représentant la variation de la vitesse du vent avec l'altitude, et on en a déduit les vitesses moyennes à chaque altitude. La courbe de la figure 1 résume les résultats obtenus [2]. On voit que la vitesse moyenne déduite de ces sondages présente un maximum très accusé correspondant à l'altitude de 11 kilomètres; c'est à peu près l'altitude moyenne de la limite de la stratosphère dans les régions tempérées, régions dont provenait la très grande majorité des observations utilisées [1]. Ces résultats, portant sur un nombre beaucoup plus grand que celui des sondages utilisés par Cave, conduisent à la même conclusion, en lui donnant un caractère de certitude.

On doit remarquer, naturellement, que ces observations correspondent à des conditions spéciales, celles d'un vent assez faible pour que le ballon n'ait pas été déporté horizontalement à une distance où il aurait échappé à la visée.

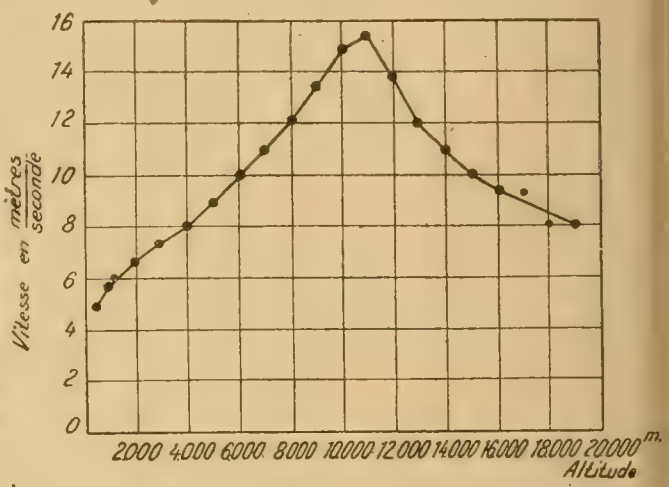


Fig. 1. — *Variation de la vitesse moyenne du vent avec l'altitude dans* 198 *ascensions de ballons-pilotes ayant dépassé* 10.000 *m.*

D'ailleurs, le nombre des observations décroît à mesure que l'altitude augmente, les sondages ayant atteint une certaine altitude étant d'autant plus rares que cette altitude est grande; il en résulte que, dans les moyennes obtenues, celles qui correspondent aux altitudes élevées sont défavorisées, quant à la valeur de la vitesse, par rapport aux moyennes correspondant aux basses altitudes : il y a en effet des chances, d'après la remarque faite ci-dessus, pour que les observations à grande altitude correspondent à des vents en moyenne plus faibles que les observations limitées aux altitudes plus basses.

*
* *

M. le Capitaine de corvette Rouch a publié, à la même époque [2], les résultats de quelques

1. C.J.P. CAVE : The structure of the Atmosphere in clear weather. Cambridge, 1912.

2. *C.R. de l'Académie des Sciences*, t. CLXIX, p. 79 ; 15 juillet 1919.

1. Voici la liste de ces observations : Strasbourg, 31; Zurich, 21 ; Lindenberg, 19 ; Ditcham Park, 16 ; Hambourg, 12; Ténériffe, 10; Copenhague, Ekatérinbourg et Pavie, 9; Vienne, 7 ; Océan Atlantique, 6. Pawlowsk, 6; Batavia, Blue-Hill et Nijni-Oeltchedaeff, 5 ; Uccle, 4; Koutchino, Milan et Tachkent, 3 ; Bergen, mer Caribique, Fuerteventura et Friedrichshafen, 2 ; Bracciano, Francfort, le Caire, Munich, Pola, Tiflis et Trappes, 1.

2. J. ROUCH : *C. R. de l'Acad. des Sciences*, t. CLXVIII, p. 1281 ; 23 juin 1919.

ascensions de ballons-pilotes effectuées dans les stations maritimes de météorologie ; de l'ensemble de ces résultats, il conclut que, dans les conditions de ces sondages, la vitesse du vent ne diminue pas dans la stratosphère, la règle générale étant plutôt une augmentation de vitesse qu'une diminution ; et M. Rouch, devant ses propres résultats (dus, je pense, au nombre trop faible des sondages utilisés), tend à attribuer à la circonstance que je viens d'exposer à l'instant l'allure avec maximum de la courbe de la figure 1, allure qui aurait ainsi un caractère plus apparent que réel.

Mais on peut se convaincre, par l'étude des résultats d'un grand nombre de sondages, que l'allure à maximum correspond bien à un phénomène réel. Sans entrer dans le détail, il suffit par exemple de prendre parmi les sondages, comme je l'ai fait[1], seulement ceux qui ont dépassé une grande altitude, supérieure à celle du maximum de la vitesse moyenne, 15 kilomètres par exemple, et de calculer les moyennes correspondant à ces sondages seulement ; on obtient ainsi des valeurs peu différentes de celles de la courbe de la fig. 1, et présentant le maximum pour la même valeur, 11 km., de l'altitude ; voici ces valeurs (nombre d'ascensions 55) :

Altitude	0,5	1	2	3	4	5	6
Vitesse moyenne $\left(\frac{m.}{sec.}\right)$	5,2	6,01	6,63	7,40	8,18	9,04	9,57
Altitude		7	8	9	10	11	12
Vitesse moyenne		10,65	11,53	12,71	14,02	14,55	13,17
Altitude	13	14	15	16	17	18	19
Vitessse moy.	12,13	10,88	10,05	9,44	9,36	8,12	8,04

On est bien certain alors, puisque les valeurs moyennes correspondant aux altitudes inférieures à 15 kilomètres sont déduites du même nombre d'observations provenant des mêmes sondages, que, pour ces sondages, la vitesse moyenne du vent passe par un maximum et décroît ensuite ; au-dessus de 15 kilomètres intervient encore ici l'influence perturbatrice provenant de la décroissance du nombre des observations, mais cette influence est faible.

***

Depuis ont été publiés d'autres travaux statistiques, dont les auteurs ont utilisé un nombre d'observations encore plus grand que celui des observations dont j'avais pu disposer, ce qui leur a permis d'établir des moyennes portant sur des zones de latitudes différentes et de montrer que l'allure de la variation de la vitesse moyenne du vent avec l'altitude est reliée étroitement à celle de la variation de la température. La limite de la stratosphère, c'est-à-dire l'altitude à partir de laquelle la température cesse de décroître, dépend en effet de la latitude : dans nos régions, elle est en moyenne de 11 kilomètres environ ; à 68° de lat. Nord (Kiruna), elle est d'environ 10 km. ; dans les régions équatoriales, la limite moyenne n'est pas atteinte à 14 km. Dans une station déterminée, la limite de la stratosphère est d'ailleurs variable ; dans nos régions, par exemple, elle varie en général de 8 à 13 km., et est parfois en deçà ou au delà de ces altitudes.

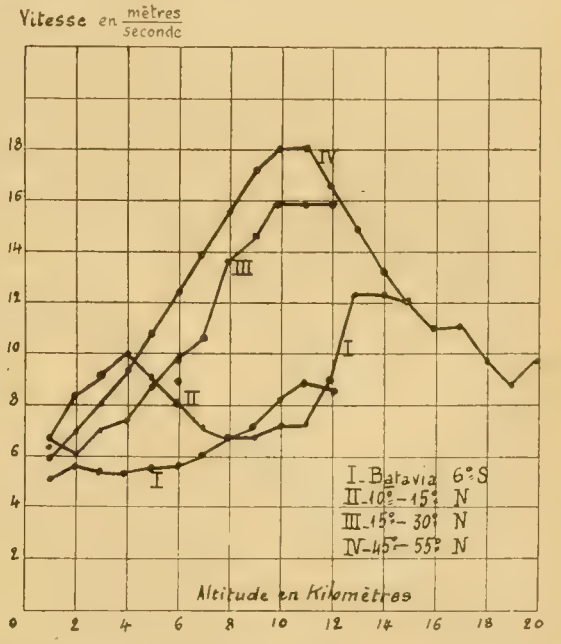


Fig. 2. — *Variation de la vitesse du vent avec l'altitude, d'après W. Peppler* (observations par ballons-pilotes).

Les résultats déduits par W. Peppler[1] d'observations par ballons-pilotes sont résumés dans les courbes de la figure 2. La courbe I représente les moyennes d'observations faites à Batavia (Van Bemmelen), à 6° de latitude Sud ; II, les moyennes d'observations faites entre 10° et 15° de latitude Nord (A. Peppler) ; III, entre 15° et 30° Nord (A. Peppler) ; IV, entre 45° et 55° Nord (W. Peppler).

On voit que, aux faibles latitudes, la vitesse du vent est plus faible que dans nos régions ; pour Batavia, la vitesse croît avec l'altitude jusqu'aux altitudes de 14 ou 15 km., ce qui correspond à l'élévation plus grande de la stratosphère rappelée ci-dessus ; pour les latitudes intermédiaires, le nombre des observations utilisées est relativement faible ; il y aurait à préciser les

1. *C. R. de l'Acad. des Sciences*, t. CXIX, p. 1419 ; 29 décembre 1919.

1. W. Peppler : Die Windverhaltnisse der freien Atmosphere, dans : *Die Arbeiten des preussichen Aeronautischen Observatoriums bei Lindenberg* pour 1919, tome XIII, p. 50-65 ; Braunschweig, Fr. Vieweg. M. Lapresle a publié dans l'*Aérophile* (mars 1920, p. 66) un exposé résumé de ce travail.

moyennes. Ces observations se trouvent être des observations d'été, et donnent par suite des moyennes un peu faibles par rapport à ce que seraient des moyennes portant sur toute l'année, la vitesse du vent étant plus faible en été qu'en hiver. La courbe IV représente les moyennes déduites de 798 ascensions de ballons-pilotes effectuées dans des stations d'Europe situées entre 45° et 55° de latitude Nord, et de 0° à 15° de longitude Est; mais W. Peppler a utilisé toutes

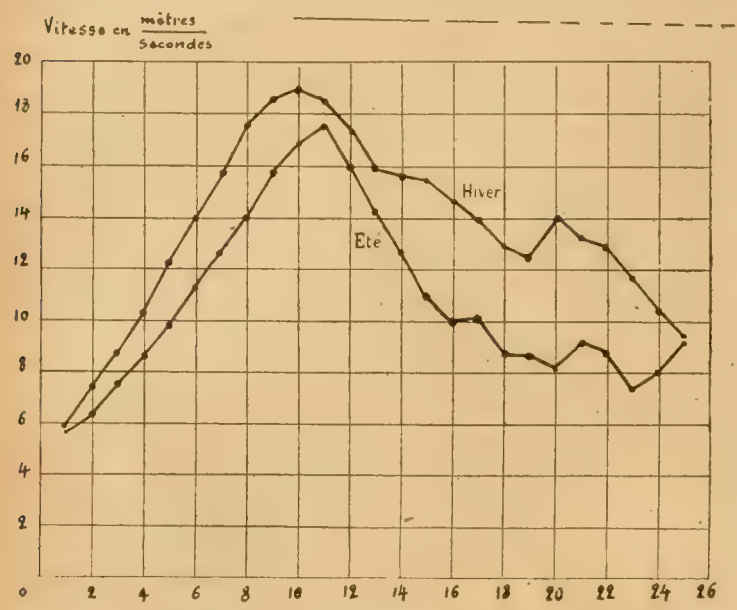


Fig. 3. — *Variation de la vitesse du vent avec l'altitude pendant les mois d'hiver et d'été* (observations par ballons-pilotes, d'après W. Peppler).

les ascensions ayant dépassé 4 kilomètres seulement : ses moyennes sont donc beaucoup plus troublées par la diminution du nombre des observations avec l'altitude que ne le sont les miennes (sur ces 798 ascensions, 65 seulement ont dépassé 15 kilomètres ; les valeurs des vitesses moyennes sont plus élevées que celles de la courbe que j'ai obtenue : cela provient, d'une part, de ce que W. Peppler a utilisé les ascensions dépassant 4 km., et, d'autre part, de ce que j'ai fait entrer en ligne de compte, pour prendre toutes les observations, quelques-unes provenant d'ascensions à faible latitude, c'est-à-dire, de régions où la vitesse moyenne du vent est moindre que dans nos régions. — Quoi qu'il en soit, la courbe IV présente une allure tout à fait semblable à celle de la fig. 1, avec un maximum très accusé de la vitesse du vent; les fluctuations de la courbe correspondant aux plus hautes altitudes proviennent sans doute de la faiblesse du nombre des observations à ces altitudes.

M. W. Peppler a établi séparément les moyennes d'été et les moyennes d'hiver pour les observations dont la moyenne générale est représentée par la courbe IV. Les courbes de la figure 3 représentent ces moyennes d'été et d'hiver; en hiver les vitesses sont plus grandes et le maximum correspond à une altitude plus faible qu'en été (10 km. environ pour l'hiver, 11 km. pour l'été).

M. Peppler a cherché à préciser la relation entre la limite de la stratosphère et le maximum de la vitesse du vent ; pour cela il a choisi 45 ascensions particulièrement favorables par l'altitude atteinte et la netteté des variations de la température et du vent; sa conclusion est que le maximum de vitesse du vent se produit un peu au-dessous de la limite de la stratosphère, cette différence étant d'autant plus accusée que l'altitude est plus grande; lorsque la limite de la stratosphère est à 8 ou 9 kilomètres, le maximum de la vitesse du vent se produit à peu près à la même hauteur; dans les conditions les plus habituelles, le maximum se produit environ 1 kilomètre au-dessous de la stratosphère, et la différence s'accentue jusqu'à tendre vers 2 kilomètres quand la stratosphère commence seulement vers 14 kilomètres.

*
* *

M. Hildebrand Hildebrandsson a publié un travail d'ensemble sur la répartition du vent et de la température aux différentes altitudes[1] ; il y réunit les résultats exposés ci-dessus et y ajoute ceux d'autres travaux statistiques portant aussi sur les observations par ballons-pilotes : les courbes de la figure 4 représentent des moyennes provenant respectivement de 7 ascensions effectuées à Batavia, 17 ascensions effectuées au cours de campagnes de Teisserenc de Bort en 1906 et 1907 à bord de l'*Otario*, dans l'Atlantique entre 7° de lat. Sud et 17° de lat. Nord [2], et 10 ascensions effectuées à la même époque par Teisserenc de Bort sur l'Atlantique entre 19° et 32° de lat. Nord [2]. Les deux premières courbes ne présentent pas de maximum, la dernière présente un maximum pour une altitude d'environ 12 kilomètres.

M. Hildebrandsson donne aussi les *vitesses moyennes déduites de mesures faites en utilisant*

1. Hildebrand Hildebrandsson : Etude préliminaire sur les vitesses du vent et les températures dans l'air libre à des hauteurs différentes. *Geografiska Annalen*, 1920, H. 2, p. 97-118 (en français)

2. *Travaux Scientifiques de l'Observatoire de Météorologie dynamique de Trappes*, tome IV, Gauthier-Villars, 1909.

le déplacement des nuages, au cours d'observations très nombreuses faites il y a une vingtaine d'années, sous son impulsion, par un certain nombre d'observatoires. M. Hildebrandsson donne aussi les hauteurs moyennes des différentes sortes de nuages obtenues par ces observations et les vitesses de vent correspondantes. Il en déduit en particulier pour cinq stations (Upsala, Potsdam, Trappes, Washington et Blue Hill) les vitesses moyennes approximatives d'hiver et d'été. Ces valeurs manifestent comme

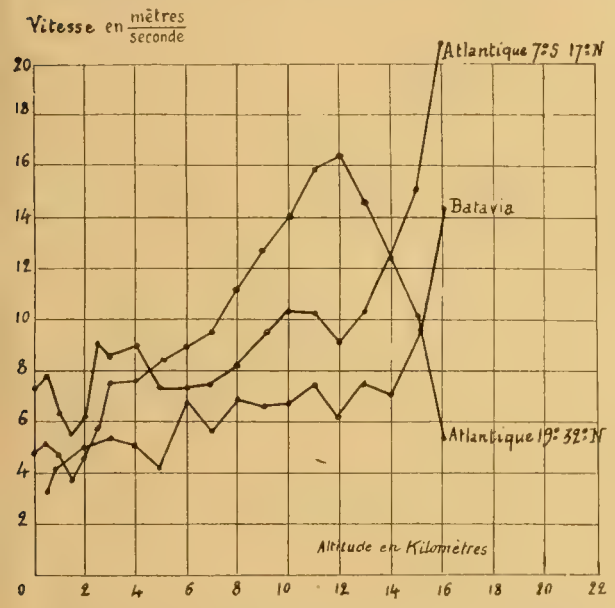


Fig. 4. — *Variation de la vitesse du vent avec l'altitude, d'après Hildebrandsson* (observations par ballons-pilotes).

les précédentes une vitesse plus grande en hiver. Dans la figure 5, on a représenté en fonction de l'altitude les moyennes des valeurs d'hiver et d'été, c'est-à-dire approximativement les moyennes générales.

Les vitesses obtenues par ce procédé sont, comme on le voit, beaucoup plus grandes que celles déduites des ascensions de ballons-pilotes; cette différence provient sans doute de ce qu'il y a des nuages à peu près par tous les temps, tandis que les ascensions de ballons-sondes qui permettent des mesures jusqu'aux grandes altitudes correspondent, comme il a été dit plus haut, à des temps clairs et à des vents pas trop forts.

Il serait évidemment de grand intérêt d'étendre à de plus grandes altitudes et à des types de temps variés la comparaison des résultats obtenus par les deux procédés. Mais les nuages font défaut dans la stratosphère; dans nos régions, les cirrus les plus élevés dépassent rarement 10.000 mètres; dans les régions équatoriales, où la stratosphère est plus élevée, on observe des nuages jusqu'à 11.000 ou 12.000 mètres, exceptionnellement 13.000 ou 14.000. Les nuages ne peuvent donc fournir de renseignements généraux sur la vitesse moyenne du vent au-dessus de 9.000 ou 10.000 mètres.

Pendant la guerre, on a souvent utilisé pour étudier le vent les petits nuages produits par les

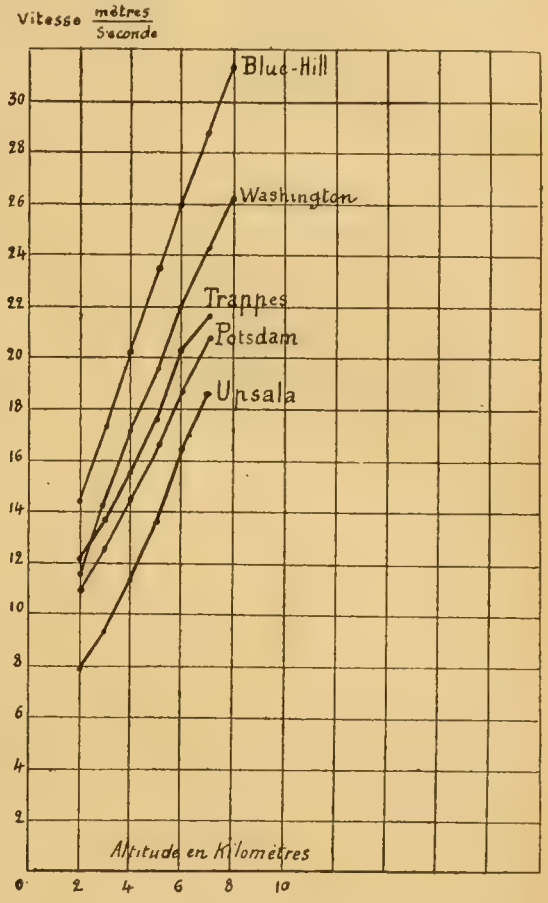


Fig. 5. — *Variation de la vitesse du vent avec l'altitude, d'après Hildebrandsson (observation des nuages).*

éclatements des obus, mais seulement jusqu'à quelques kilomètres; l'emploi d'une artillerie spéciale permettrait peut-être d'étendre la méthode à de plus grandes altitudes, par exemple par la formation, pendant la nuit, de nuages lumineux de persistance suffisante. Un américain, M. Goddard, a étudié des fusées destinées à s'élever dans la haute atmosphère, et même à y faire des prises d'air, mais il semble ne pas être encore passé à une réalisation satisfaisante[1].

Les mesures par ballons-pilotes peuvent être étendues à des temps autres que les temps clairs par l'emploi d'une méthode établie pendant la guerre par le Service Météorologique militaire,

1. Robert H. Goddard : A method of reaching extreme altitudes. Publications de la Smithsonian Institution, Washington, 1919. V. *La Nature*, 14 mai 1921.

méthode reposant sur le même principe que le repérage de l'artillerie par le son : les ballons-pilotes emportent des pétards qui explosent à intervalles convenables; le bruit des explosions est enregistré par plusieurs postes ; on déduit de cet enregistrement la position du ballon au moment des explosions successives, et par suite la trajectoire du ballon. Cette méthode acoustique s'applique quand la visibilité fait défaut ; c'est pour cela qu'elle a été imaginée, en vue de fournir à l'artillerie, par temps couvert, la vitesse du vent dans l'atmosphère, nécessaire aux corrections du tir. Elle peut donc permettre une grande extension des renseignements obtenus par ballons-pilotes.

Une telle extension peut être déjà déduite de l'observation des points de chute des ballons-enregistreurs; les observatoires météorologiques utilisent les petits ballons libres de deux manières : de petits ballons (ballons-pilotes, de 40 centimètres de diamètre environ) n'emportent aucun appareil, et servent uniquement à l'étude du vent; d'autres, plus gros (ballons-sondes, ou ballons-enregistreurs, de 1,5 mètre de diamètre par exemple), emportent des appareils enregistrant la pression, la température, l'état hygrométrique; on peut effectuer sur ces ballons-enregistreurs des visées si le temps est clair; si le temps est couvert, l'enregistreur de pression permet de connaître approximativement la hauteur atteinte pendant l'ascension ; d'ailleurs la vitesse d'ascension et la vitesse de descente de ces ballons sont approximativement constantes et égales ; si donc on connaît le point de chute, on peut calculer la vitesse moyenne du vent du sol à la hauteur maximum atteinte. C'est ce qu'a fait W. Peppler pour les observations de Lindenberg. Dans le travail cité plus haut, W. Peppler donne les moyennes ainsi obtenues pour les diverses directions, et les moyennes d'hiver et d'été déduites de plusieurs centaines d'observations. J'indique ci-dessous seulement les moyennes générales, comparées aux mêmes moyennes déduites des visées de ballons-pilotes :

	Ballons enregistreurs	Ballons pilotes
	—	—
de 0 à 8,5 kilomètres.....	14,7 $\frac{\text{seconde}}{\text{mètres}}$	10,45
de 0 à 12,5 —	13,3 —	12,28
de 0 à 17,5 —	11,8 —	12,95
de 0 à environ 25 —	9,7 —	12,1

Le parallélisme des deux séries de valeurs est, comme le fait remarquer W. Peppler, beaucoup plus grand qu'on n'aurait pu l'attendre; la série correspondant aux ballons enregistreurs manifeste nettement une diminution de la vitesse moyenne du vent aux grandes altitudes ; à vrai dire, on peut penser que c'est surtout par temps relativement calme que l'observation des points de chute des ballons enregistreurs peut être faite.

*
* *

En résumé, les mesures de la vitesse du vent déduites de l'observation des ballons-pilotes indiquent l'existence d'un maximum de la vitesse à une altitude qui est voisine de celle de la limite de la stratosphère ; la valeur de ce maximum est d'environ 16 ou 18 mètres par seconde. D'autre part, l'observation des nuages, limitée à 9 ou 10 kilomètres, conduit à des valeurs moyennes plus grandes que les précédentes. Enfin l'observation des points de chute des ballons-enregistreurs donne plus de généralité à l'allure des résultats obtenus par la visée de ballons-pilotes. La conséquence globale probable est que la vitesse moyenne d'ensemble du vent varie avec l'altitude dans le sens qu'indiquent les ballons-pilotes, mais avec des valeurs plus fortes de la vitesse. — Quant à la direction, les vents dominants sont dans nos régions les vents d'Ouest, avec légère rotation vers le Nord à mesure que l'altitude croît; la prédominance n'est d'ailleurs pas très accentuée. Dans les régions équatoriales, ce sont les vents d'Est qui sont dominants. — La stratosphère se présente ainsi comme une zone où les mouvements généraux de l'atmosphère deviennent plus lents (et probablement plus réguliers), comme on pouvait l'attendre d'après le caractère peu variable de sa température.

Ch. Maurain,

Professeur à la Faculté des Sciences de Paris,
Directeur de l'Institut de Physique du Globe.

LA SÉLECTION DES BLÉS RÉSISTANT AUX ROUILLES

Les Blés peuvent être rouillés par trois « espèces » de *Puccinia* : la première, du type *P. Graminis* (*P. Graminis-tritici*), cause la rouille linéaire (rouille noire; rouille des tiges ; black stem rust); les deux autres, du type *rubigo vera* [1], sont le *P. Glumarum* f. *tritici* (rouille jaune ou r. vraie) et le *P. triticina* (rouille brune) [2].

Il ne semble pas exister de Blé résistant aux rouilles en général [3].

I. — Le *P. Graminis tritici* attaque fortement les *Triticum vulgare*, sauf quelques races sélectionnées (Kota) [4]. Il attaque peu les *Blés durs* dont les races sélectionnées en Amérique (Kubanka C.I. 2094, Jumillo C.I. 1736, Acmé, D.4) sont pratiquement résistantes, et laisse indemne les blés amidonniers, *T. dicoccum* [5], qui ont fourni la variété Minnesota 1165, pratiquement douée d'immunité, et la variété d'origine indienne Khapli C.I. 4013, le plus résistant de tous les blés connus.

Le *P. Glumarum* est pour nos cultures françaises la rouille la plus gênante : si les *T. monococcum* en sont exempts, si les *T. durum* [6], *polonicum*, *turgidum* et quelques *dicoccum* lui résistent, les *T. spelta*, *compactum* et la presque totalité des *vulgare* lui sont sensibles.

C'est dire que seules quelques races de blés tendres peuvent lui résister ; en 1921, c'est exclusivement le *P. Glumarum* qui rouillait les blés des cultures expérimentales de Schribaux à Noisy, de Beauverie à Clermont : entre des lignes parfois très rouillées, Beauverie a vu Wilhelmina, Thule, et Pansar II de Svaloff résister, et Schribaux a pu cultiver ses hybrides productifs parfaitement indemnes.

II. Le *P. triticina* rouille fortement les *T. compactum* (American Clubs), modérément les Poulards et le *T. Spelta* (Epeautres).

Les blés durs, les amidonniers, et les engrains sont généralement résistants. Les blés les plus résistants nous viennent de Crimée (Malakoff C. I. 4898, et l'hybride Turc X Minnesota barbu).

III. — Le *P. Glumarum*, qu'on considère comme spécial à l'ancien continent, fut découvert aux Etats-Unis par K. Ralvn en 1915 [1]. Cependant il y est sans importance, et les blés qui nous viennent d'Amérique sont fortement envahis quand on les cultive en Europe.

***

Nous venons de distinguer des « espèces », des « races » et des « lignées » de blés. En effet, les « espèces » sont des complexes d'hétérozygotes, où le facteur résistance est plus ou moins masqué.

De chaque espèce on peut tirer un certain nombre de lignées pures offrant chacune aux rouilles une inégale résistance [2].

Sélectionner des blés résistants, c'est, d'une « espèce » groupant des individus résistants dans l'ensemble, isoler les sujets les plus résistants.

1. Des blés tendres résistant au *P. Graminis tritici* ont été obtenus en croisant des amidonniers résistants avec des blés tendres susceptibles.

2. Des blés durs résistant au *P. Graminis-tritici*, croisés avec des blés tendres susceptibles, ont fourni des hybrides résistants du type épeautre, amidonnier, poulard, blé dur ou blé tendre. Par ségrégation transgressive du caractère résistance, certains de ces hybrides se sont montrés plus résistants que leur parent résistant.

3. Il existe dans les Oasis du Sahara des Epeautres (*T. Spelta*), des Blés durs (*T. durum*) et des blés tendres (*T. vulgare*) remarquables pour leur productivité (M. Ducellier a trouvé des épis de 100 grains, des épillets de plus de 6 grains) [3].

Ces blés ne peuvent être cultivés en France, parce *qu'ils y sont très fortement rouillés.*

---

1. G. FRON : Les maladies des plantes cultivées. J. Montaudon, Paris, 1920.

2. Cette rouille, considérée jusqu'ici comme autoïque, pourrait avoir un stade écidien sur les *Thalictrum* (JACKSON et MAINS : Aecial stage of the orange leafrust of wheat... *J. Agr. Res.*, oct. 1921).

3. FOEX : Rouilles des céréales. Montpellier, 1908.

4. WALDRON et CLARK : Kota, a rust-resistant var. of common spring-wheat. *J. Amer. Soc. Agro.*, mai 1919.

5. C. FRASER : Conseils pour la saison N° 19, Ottawa, 1921.

6. Kubanka C.I. 2094 a cependant été rouillé dans les cultures de Beauverie d'une façon assez sensible. — BEAUVERIE : Les méthodes de sélection appliquées aux céréales de semences. *Rev. gén. Sc.* des 15 et 28 fév. 1919. — ID. : L'amélioration des céréales par la pratique des sélections. *Public. Off. région. agr. Clermont-Ferrand*, 1920. — ID. : *Rev. Syndicat dep. Agr. et Vitic. Puy-de-Dôme*, nov. 1921. — HEINRICK : Sélection des var. de Blé en A.-L. *C. R. Congrès A.F.A.S. Strasbourg*, p. 757; 1920.

1. WHETZEL et HUMPHREY : F. W. Ralvn (*Phytopath.*, v. XI, n° 1, p. 2).

2. BEAUVERIE : Etat actuel de la question de la propagation des Rouilles. *Rev. gén. Sc.*, 15 fév. 1912, pp. 106-19.

3. DUCELLIER : Les blés du Sahara.
RIVIÈRE et LECQ : Sur l'agriculture algérienne.
SCOFIELD : The algerian durum wheats.
Travaux de l'Ecole d'Agriculture de Tunis, de M. Faucon, de M. Trabut (Faculté d'Alger).

Croisés avec le Blé de Riéti, ces blés susceptibles donnent des *hybrides résistants*, très productifs et très précoces (Schribaux), justifiant de grandes espérances.

Que la résistance soit un caractère mendélien[1] ou non (Schribaux), c'est un caractère transmissible; une race résistante, obtenue par sélection naturelle ou artificielle, peut servir à la production d'hybrides résistants.

* * *

Non plus que de Blé résistant aux Rouilles en général, on ne doit parler de Blé résistant au *P. Graminis-tritici*, ou au *P. triticina*,... sans plus préciser.

Le *P. triticina* a été, aux Etats-Unis, décomposé en deux formes [2].

L'histoire des *Puccinia* que groupe le vocable *Graminis* est compliquée : l' « espèce » *P. Graminis* fut décomposée, d'après les hôtes rouillés, en 6 « espèces » dont l'une, *P. Graminis-tritici*, dut plus tard être divisée en *P. Graminis-tritici* et *P. G. tritici-compacti.*

Enfin, l'étude des Rouilles des différents blés du monde réunis dans les cultures de l'Université de St-Paul (Minnesota) a montré à Stakman et à Levine que *P. G. tritici* et *P. G. tritici-compacti* ne sont encore que des groupements artificiels, comprenant à eux deux 33 formes distinctes et d'égale valeur.

Chaque forme ne peut rouiller que certains blés ; son identité biologique est déterminée par son degré de virulence pour chaque race de blé[3]; cette virulence spécifique est une propriété constante que des passages successifs sur des hôtes plus ou moins sensibles ou résistants ne peut ni exalter ni affaiblir[4].

1. HAYES, PARKER et KURTZWEIL : Genetics of rust resistance in crosses of varieties of *Triticum vulgare* with varieties of *T. durum* and *T. Dicoccum*. *J. Agr. Res.*, v. XIX, n° 11, sept. 1920. — LOPRIORE : Recent biol. researches on the russ affecting Cereals. *Missouri Bull. Agr. Intell.* et *Plant. diseases*, juin 1919.

2. MAINS et JACKSON : Two strains of *P. triticina* on wheat in the U.S. *Phytopathology*, v. II, p. 40. — MELCHERS : *Ibid.*, v. VIII, p. 79, et v. X, p. 3.

TAYLOR : Report of the chief of the bureau of Plant Industry, p. 44. U.S. Dept. of Agriculture, 10 oct. 1920.

3. LEVINE et STAKMAN : A third biologic form of *P. Graminis*. on wheat. *J. Agr. Research*, v. XIII, juin 1918.

STAKMAN, LEVINE et LEACH : New biologic forms of *P. Graminis*. *J. Agr. Research*, v. XVI, n° 3, janvier 1919.

CLARK, MARTIN et SMITH : Varietal experiments with spring wheat on the northern great Plains. *U. S. Dept. of Agr. Bull.* 878, 9 nov. 1920.

4. STAKMAN, PARKER et PIEMEISEL : Can biologic forms of stem rust on wheat change rapidly enough to interfere with breeding for rust resistance? *J. Agr. Res.*, v. XIV, juin 1918.

STAKMAN, LEVINE, PIEMEISEL : Elasticity of biologic forms of *P. Graminis*. *J. Agr. Res.*, v. XV, oct. 1918.

LERCH : *P. G. tritici* and *P. G. tritici-compacti*. *Phytopath.*, v. IX, février 1919.

Chaque forme biologique a d'ailleurs son identité morphologique déterminée par la moyenne biométrique, l'aspect, le coloris de ses urédospores.

32 des 33 formes biologiques existent aux Etats-Unis : certaines localisées à quelques stations, d'autres couvrant tout le territoire ou pénétrant au Canada, où Miss Margaret Newton les a retrouvées. La 33e forme est pyrénéenne[1].

Certaines de ces formes biologiques existent sur de grands territoires, d'autres paraissent localisées à des surfaces restreintes, mais chacune a sa répartition géographique propre.

Et comme un même blé (Kanred...) peut être absolument résistant à une de ces formes biologiques, tandis qu'il est fortement rouillé par une autre, on comprend qu'une même variété de blé, résistante dans une localité, soit rouillée dans une autre.

* * *

C'est sur place qu'il faut sélectionner les blés résistant à la rouille qu'on veut cultiver dans chaque localité, puisqu'il ne paraît pas exister de race de blé résistant aux « Rouilles » en général [2]. Chaque race de Blé se caractérise par son degré de susceptibilité ou d'immunité vis-à-vis de chaque race de *Puccinia*.

Chaque race de *Puccinia* se caractérise par son degré de virulence vis-à-vis de chaque race de blé[3].

Et les races ainsi déterminées sont nombreuses.

* * *

Tel blé, résistant dans sa station d'origine, et dépaysé, perd sa résistance, soit brusquement dès la première génération, soit progressivement au cours des générations successives.

La résistance d'une variété commerciale, c'est-à-dire d'une population, diminue à chaque génération si les individus que le milieu nouveau favorise et rend plus nombreux sont les moins résistants : la régression, au sens de Galton, se

1. Nous ne possédons pas évidemment en France les 33 formes de *P. Graminis-tritici* reconnues par les Américains, mais sans doute nous en possédons un certain nombre, et d'ailleurs nous possédons des formes qui nous sont propres : les Blés et les *Berberis* de Barèges (Htes-Pyrénées) nous ont fourni une forme que Levine a trouvée différente de celle qu'il connaissait aux Etats-Unis.

STAKMAN et LEVINE : The effect of certain ecological factors on the morphology of the urediniospores of *P. Graminis*. *J. Agr. Res.*, v. XVI, janv. 1919.

2. Tout au plus existe-t-il des blés résistant au *P. Graminis* sous ses 33 formes.

3. Cf. J. DUFRENOY : Les réactifs biologiques de l'Espèce. *Rev. génér. Sc.*, janvier 1919.

comprend dans les mélanges de lignées pures, non dans les lignées pures (Johannsen)[1].

La perte brusque de la résistance des lignées pures dépaysées n'admet que deux explications :

1° Le milieu nouveau possède des races de rouille qui n'existaient pas dans la station d'origine, et auxquelles le blé introduit est sensible ;

2° La réceptivité s'acquiert par modification des conditions écologiques qui démolit l'équilibre cyto-structural et augmente la fragilité mitoplastidaire (Beauverie).

Dans chaque blé, les chloroplastes réagissent d'une façon différente à l'infection de chaque *Puccinia*. L'immunité est la conséquence d'une histolyse rapide des chloroplastes, d'une fonte graisseuse généralisée, provoquant la mort rapide des cellules infectées, et la formation d'une plage nécrosée où le mycélium périt faute d'aliment.

La réceptivité, au contraire, est marquée par une longue suractivité des chloroplastes, sécrétant, dans les cellules envahies, les substances graisseuses dont le mycélium s'alimente à mesure.

On comprend dès lors quel intérêt s'attache aux expériences de Beauverie, qui, dès leur début, tendent à établir que les mitochondries et les plastes, facteurs essentiels de la vie cellulaire et par suite de la vie de toute la plante, sont fragilisés par la présence d'un champignon parasite, mais que leur résistance[1] peut être variable d'une plante à l'autre.

Si l'étude de la résistance mitoplastidaire des diverses espèces ou races de blés, éprouvées en champ d'expérience pour leur résistance ou leur sensibilité au *P. glumarum*, vérifie que résistance ou sensibilité sont fonction de la solidité ou de la fragilité de ces éléments cellulaires, M. Beauverie aura donné un moyen d'étude chimique du mode d'action d'un parasite, et du comportement de l'hôte. Pour le choix des variétés résistantes par pedigrees ou par croisements, il peut trouver là, en puissance, une méthode nouvelle d'investigation en Phytopathologie[2].

Jean Dufrénoy,
Chef des Travaux de la Station
de Pathologie végétale.

1. PANTANELLI : Selezione e creazione di piante resistenti alle malattie. I. Frumenti resistenti alla ruggine. *Rivista di Biologia*, V, III, f. II, Roma, 1921.

1. Cette résistance peut s'exprimer en degrés de concentration de saponine.

2. Nous désirons exprimer tous nos remerciements à MM. Beauverie, Foëx, Stakman et Levine qui ont bien voulu relire le manuscrit de cet article, nous faire profiter de leurs critiques et nous communiquer des observations inédites.

BIBLIOGRAPHIE
ANALYSES ET INDEX

1° Sciences mathématiques

Les Œuvres complètes d'Archimède, *traduites du grec en français avec une introduction et des notes, par* Ver Ecke (Paul), *Ingénieur des mines.* — 1 *vol. broché in-8° jésus de* LX + 553 *pages, avec* 253 *figures et* 2.000 *notes mathématiques* (*Prix* : 75 *fr.*). *Librairie Desclée, de Brouwer et Cie, Paris,* 30, *rue St-Sulpice; Bruxelles,* 50, *rue de la Montagne,* 1921.

Il y a une cinquantaine d'années, tous les hommes cultivés avaient étudié le grec pendant le cours de leurs études secondaires. Aujourd'hui les choses ont un peu changé et l'on trouverait jusque parmi les savants les plus éminents de l'Institut des hommes qui ignorent le grec et même le latin. Doit-on en déduire nécessairement un affaiblissement de l'influence du génie grec sur les générations françaises? Si les admirateurs désintéressés de ce génie grec savent s'inspirer de l'exemple que vient de leur donner M. Ver Ecke, c'est bien plutôt l'inverse qui se produira.

Parmi tous ceux qui avaient étudié le grec dans leur jeunesse, combien auraient été capables de lire Archimède dans le texte? Même ceux qui ont fait de l'étude du grec leur occupation principale — et le nombre de ceux-ci n'est pas appelé à diminuer — seraient pour la plupart hors d'état d'en saisir tout le sens. Au contraire, la publication de la traduction française de M. Ver Eecke, grâce surtout à ses notes explicatives, permettra à tous ceux qui s'intéressent à l'histoire et à la philosophie des Sciences de suivre sans longs efforts la méthode d'exposition synthétique d'Archimède.

Cette publication comblera une véritable lacune. En effet, nous ne possédions en français que la traduction de certains des ouvrages d'Archimède. Mais des découvertes récentes (1899,1906) ont mis à jour un nouveau palimpseste contenant entre autres l'œuvre d'Archimède sinon la plus riche en résultats nouveaux pour l'époque, du mois la plus suggestive : « *De la Méthode mécanique* ». C'est dans cette lettre à Eratosthène qu'Archimède dévoile la méthode d'investigation fondée sur la Statique qui lui a permis d'obtenir certaines propositions démontrées ensuite et publiées par lui suivant la méthode géométrique déductive chère à Euclide.

Ces textes nouveaux figurent déjà dans la nouvelle édition du texte grec des œuvres d'Archimède (suivi d'une nouvelle version latine) publiée par M. J. L. Heiberg, professeur à l'Université de Copenhague, en 1913-1915. Grâce à M. Ver Eecke nous en possédons maintenant une version française où le texte original a été traduit aussi littéralement que possible, ses obscurités étant dissipées dans les notes qui l'accompagnent.

Je crois qu'il était en effet nécessaire de procéder d'abord ainsi, toute intervention personnelle du traducteur étant exclue du texte et reléguée dans les notes, la pensée d'Archimède ne subissant aucune mutilation, étant rendue avec la plus grande fidélité. Mais ceci accompli, le principal étant fait, peut-être pourrait-on envisager aussi l'utilité d'une seconde édition, faite sous une forme très différente, dans laquelle, l'exactitude du détail étant laissée de côté, le traducteur ou plutôs l'adaptateur se préoccuperait surtout de rendre l'œuvre d'Archimède très accessible. Il n'hésiterait pas à la transcrire en langage moderne, disant par exemple ellipse au lieu de section de cône droit acutangle, résumant par une formule algébrique simple une longue phrase compliquée, soulageant en outre le lecteur des discussions philologiques et des preuves du bien fondé de telle ou telle interprétation. C'est en partie ce qui a été fait par M. Th. Reinach, en français, pour les textes nouvellement publiés, et par Sir Thomas Heath en anglais pour l'œuvre entière d'Archimède.

Sans diminuer en rien l'œuvre utile et excellente de M. Ver Eecke, j'exprime le vœu qu'une adaptation en français du genre que je viens d'indiquer vienne satisfaire une nouvelle catégorie de lecteurs.

M. Fréchet

(Université de Strasbourg).

Oppermann (A.), *Ingénieur en chef des Mines, en retraite.* — **Premiers éléments d'une théorie du quadrilatère complet.** — 1 *vol. in-8 de* 76 *p. avec* 26 *fig. et* 1 *pl.* (*Prix* : 4 *fr.*). *Gauthier-Villars et Cie, éditeurs, Paris,* 1919.

Comme il l'indique dans sa préface, M. Oppermann s'est proposé de coordonner les principaux résultats obtenus dans l'étude du quadrilatère complet, en même temps qu'il les complétait par des théorèmes nouveaux ou peu connus. Il s'appuie principalement sur l'étude des six couples que l'on peut former en en associant deux à deux les quatre triangles qui ont respectivement pour côtés trois des quatre côtés du quadrilatère; certaines propriétés relatives à l'un de ces couples, s'appliquant à tous les autres, peuvent être étendues au quadrilatère lui-même : d'où une méthode d'investigation que l'auteur utilise avec succès. M. Oppermann étudie également les faisceaux de cercles liés au quadrilatère, ainsi que la parabole qui lui est inscrite; enfin, il applique les théorèmes généraux à quelques cas particuliers du quadrilatère complet, ce qui lui donne la solution immédiate de plusieurs problèmes intéressants.

L'ouvrage est complété par une bibliographie des diverses publications relatives au quadrilatère complet; M. Oppermann a jugé suffisant d'y renvoyer le lecteur, afin de conserver à son mémoire un caractère purement géométrique et élémentaire.

Cette nouvelle édition d'une note que M. Oppermann avait publiée antérieurement est d'une lecture attrayante et facile; elle intéressera certainement les géomètres, et en particulier les professeurs et les étudiants qui y trouveront, en même temps que des pro-

positions nouvelles, des démonstrations élégantes et inédites de propriétés connues.

Maur. Lelieuvre,

Directeur de l'Ecole préparatoire à l'Enseignement supérieur des Sciences et des Lettres de Rouen.

Haag (J.), *Professeur à la Faculté des Sciences de Clermont-Ferrand.* — **Cours complet de Mathématiques spéciales.** — *Tome* I : **Algèbre et Analyse.** 1 *vol. in*-8° *de* VI-402 *p. avec* 44 *fig.* (*Prix* : 18 *fr.*). — **Exercices** *du Tome* I. 1 *vol. in*-8° *de* IV-220 *p. avec* 14 *fig.* (*Prix* : 15 *fr.*). — *Tome* II : **Géométrie.** 1 *vol. de* VII-662 *p. avec fig.* (*Prix* : 65 *fr.*). *Gauthier-Villars et Cie, éditeurs, Paris*, 1914-21.

Ce qu'on nomme dans les lycées Mathématiques spéciales, et dans les facultés Mathématiques générales, est un ensemble fort étendu de connaissances variées. Cet ensemble, M. Haag nous le présente en un ouvrage dont deux volumes sont actuellemen' parus.

Le tome premier comprend l'Algèbre et l'Analyse. Il débute par une théorie des nombres irrationnels, fondée sur la notion de coupure, présentée d'une façon vraiment simple et claire.

Viennent ensuite les imaginaires, les séries, les quadratures et leurs applications, les équations différentielles. L'auteur a omis volontairement quelques démonstrations un peu épineuses sur la continuité, l'existence des fonctions implicites, des intégrales, et le théorème de d'Alembert. La seconde partie du volume est consacrée aux polynômes, aux équations, aux déterminants et aux formes quadratiques. La façon de traiter la décomposition en fractions simples est celle qu'employait autrefois Hermite. Trois notes terminent le volume.

Un petit volume d'exercices résolus ou à résoudre renferme quelques questions destinées à compléter le cours d'Analyse.

Le tome II a pour titre Géométrie. Il contient la Géométrie analytique, avec bien des questions de Géométrie pure. L'auteur y mène de front la géométrie plane et la géométrie dans l'espace, rapprochant ainsi les questions analogues relatives à deux et à trois dimensions.

L'ouvrage est divisé en deux parties. La première contient la droite et le plan, le cercle et la sphère, et des théories générales sur les courbes et les surfaces, dépassant largement le programme des Mathématiques spéciales. En effet on y trouve les formules de Serret-Frenet, la théorie de la courbure, le théorème de Meusnier, les lignes de courbure, les lignes asymptotiques. Je signale un chapitre sur les problèmes de Géométrie qui conduisent à des équations différentielles, puis deux chapitres, l'un sur les complexes et les congruences de droites, l'autre sur les transformations.

La seconde partie concerne surtout les courbes et les surfaces du second ordre. Un chapitre sur les coniques considérées comme courbes unicursales contient une élégante démonstration du théorème de Pascal. On trouve aussi des notions sur des courbes et surfaces du 3e et du 4e degré, et sur d'autres courbes et surfaces.

L'auteur explique dans sa préface pourquoi il n'a pas développé plus la seconde partie, d'une utilité plus restreinte que la première, mais pourquoi il n'a pu se résoudre à sacrifier certaines questions de géométrie.

Je pense, comme lui, qu'il faut entretenir le goût de la Géométrie. Ces choses sont belles ; c'est une raison pour les étudier ; elles affinent l'esprit, le rendent plus apte aux recherches théoriques, ce qui est la véritable utilité des études mathématiques.

La clarté de cet ouvrage, la façon simple et sans longueurs inutiles dont est faite l'exposition des diverses théories, aussi bien que l'abondance des matières qu'il renferme, le recommandent aux étudiants.

J. Richard,

Professeur au Lycée de Châteauroux.

Zoretti (L.), *Professeur à la Faculté des Sciences de Caen.* — **Cours de Cinématique appliquée,** *professé aux élèves de première année.* — 1 *vol. in*-8 *de* 64 *p. avec* 72 *fig. Institut technique de Normandie, rue Pasteur, Caen*, 1921.

Petite brochure particulièrement intéressante qui, si elle est pour l'étudiant un cours clair et précis, n'a rien d'un manuel. Elle incite le lecteur, grâce à une bibliographie générale bien faite, à se reporter aux grands traités de Mécanique, lui donne le goût de la recherche, en même temps qu'elle l'intéresse à une branche de la Mécanique qui de tout temps a toujours été négligée chez nous.

2° Sciences physiques

Lémeray (M. E.). — **Leçons élémentaires sur la gravitation, d'après la théorie d'Einstein.** — 1 *vol. in*-16 *de* 97 *p. de la* Bibliothèque des Actualités scientifiques (*Prix* : 7 *fr.*). *Gauthier-Villars et Cie, éditeurs, Paris*, 1921.

Dans ce petit livre, qui faite suite à un ouvrage *Sur la relativité* publié dans la même collection, M. Lémeray s'est proposé d'exposer la théorie nouvelle de la gravitation, dans le cas du corps unique, sans passer par l'intermédiaire de la relativité généralisée. Dans ce cas particulier du corps unique, la loi de la gravitation peut s'énoncer de la manière suivante : les orbites sont les géodésiques et les trajectoires lumineuses sont les géodésiques de longueur nulle d'un Univers dont l'élément linéaire est donné par la formule de Schwarzschild. Cette loi étant admise, le calcul des orbites et des trajectoires lumineuses se fait par l'application des formules les plus simples du calcul des variations et de la théorie des fonctions elliptiques. Les résultats obtenus mettent en évidence la rotation du périhélie et l'incurvation des rayons lumineux dans le voisinage de la masse centrale, prévisions qui ont été vérifiées quantitativement par l'expérience. Le déplacement des raies spectrales solaires par rapport aux raies d'une source terrestre de même nature est prédit comme conséquence de la formule de Schwarzschild. Ces diverses conséquences de la loi de la gravitation sont exposées au chapitre III de l'ouvrage. Les

résultats du calcul des variations et les méthodes générales de la Dynamique classique qu'il est nécessaire de connaître ont été données au chapitre I, de façon à rendre l'ouvrage intelligible aux étudiants des universités. Peut-être pourrait-on reprocher à M. Lémeray d'avoir donné trop d'importance à ce premier chapitre, où sont traités des exemples sans intérêt pour la suite.

Le chapitre II contient un bref exposé des résultats supposés acquis dans la relativité première. C'est de ces résultats et du principe d'équivalence d'Einstein que l'auteur a essayé de déduire, par induction, la formule de Schwarzschild; mais il est manifeste que la forme donnée aux formules de transformation (page 58) ne se justifie guère que par le résultat connu que l'on veut obtenir, et que cette méthode ne peut donner au lecteur aucune idée des difficultés qui ont été surmontées par Einstein et ses émules. D'ailleurs, ce défaut ne semble pas avoir échappé à l'auteur, qui s'est surtout proposé de « rendre service à tous ceux qui désirent comprendre rapidement et sans effort » et qui renvoie ceux qui veulent approfondir la théorie aux travaux d'Einstein, de Weyl et de Levi-Civita. A ceux-ci, les traductions des ouvrages de Weyl et d'Eddington rendront les meilleurs services.

G. Valiron,
Professeur à la Faculté des Sciences de Strasbourg.

Kanthack (R.). — **Tables of Refractive Indexes. Vol. II : Oils, Fats and Waxes.** — 1 *vol. in-8° de 295 pages (Prix cart. : 15 sh.). Adam Hilger Ltd., éditeur, 75 A Camdem Road, Londres*, 1920.

Ce volume est le second d'une série, dont le premier était consacré aux huiles essentielles. Il renferme environ 2.500 mesures d'indices de réfraction effectuées sur plus de 500 huiles, graisses et cires. Chaque mesure a été transcrite directement de la source originale, à laquelle renvoie une bibliographie de 478 numéros. Le compilateur a indiqué en outre la température à laquelle l'observation a été faite, et souvent il a calculé le coefficient de température de l'indice de réfraction.

Il est inutile de souligner l'intérêt de ces tables pour tous ceux qui s'occupent de la chimie des matières grasses.

3° Sciences naturelles

Denis (Pierre), *Agrégé d'Histoire et de Géographie, Docteur ès lettres.* — **La République Argentine : la mise en valeur du pays.** — 1 *vol. in-8° carré de 300 p. avec 7 pl. hors texte (Prix : 14 fr.). Librairie Armand Colin, Paris*, 1920.

L'auteur, qui a séjourné plusieurs années en Argentine, a cherché à définir les aspects essentiels de la colonisation de ce pays au XIXe siècle. Après un premier chapitre sur les régions naturelles de l'Argentine, M. Denis étudie successivement : les oasis du Nord-Ouest et la vie pastorale dans la brousse; Tucuman et Mendoza et les grandes cultures industrielles (canne à sucre et vigne) dont elles sont le centre ; l'exploitation des forêts dans le nord du pays, avec l'industrie annexe du tannin ; la Patagonie et l'élevage extensif du mouton et du bœuf qui s'y pratique; la plaine pampéenne avec ses cultures et son élevage ; les voies de communication : routes, chemins de fer, voies navigables; enfin la population avec les courants d'émigration et les migrations saisonnières.

Tout cet ensemble est fortement documenté aux sources mêmes et constitue une excellente étude d'ensemble du pays et du peuple argentins.

Ameghino (Florentino). — **Obras completas y Correspondencia cientifica. I. Vida y obras del sabio. II. Primeros trabajos cientificos.** *Edicion oficial ordenada por el Gobierno de la provincia de Buenos Aires, dirigida por* Alfredo J. Torcelli. — *2 vol. in-8° de 400 et 770 p. avec nombreuses planches et figures dans le texte. Taller de Impresiones oficiales, La Plata*, 1913-14.

M. Alfredo J. Torcelli a entrepris, à la demande du Gouvernement de la province de Buenos Ayres, la réimpression de tous les travaux et de la correspondance scientifique de Florentino Ameghino. Les deux premiers tomes de cette publication, qui portent les millésimes de 1913 et de 1914, viennent seulement d'arriver en Europe.

Le volume I est consacré à la biographie du savant naturaliste argentin : M. A. J. Torcelli trace un intéressant portrait de cette si curieuse figure, ne nous faisant grâce, il est vrai, d'aucuns détails, même des plus inattendus. Parmi les sociétés auxquelles appartenait Ameghino, les groupements français occupent une place prépondérante, qui témoigne de l'attachement qu'il avait toujours gardé pour notre pays. La liste des ouvrages imprimés de cet auteur ne comprend pas moins de 186 numéros.

Le tome II reproduit les 24 premières notes scientifiques du regretté directeur du Muséum de Buenos-Ayres; 13 d'entre elles sont en français, dont 5 ont trait au gisement classique de Chelles.

Le premier travail de ce paléontologiste, publié en France dans le *Journal de Zoologie* de 1875, mentionne la contemporanéité de l'Homme et de Mammifères éteints de la faune de la Plata. Le mémoire IV sur l'Homme quaternaire de la Pampa était resté inédit : présenté à la Société scientifique de l'Argentine en 1876, il avait fait l'objet d'une vive discussion au sein de la Commission directrice et la polémique avait même gagné la presse quotidienne ; aussi Ameghino crut-il nécessaire de faire insérer un article sur la question dans « *La Libertad* » du 27 mars 1877.

Un second travail en français, suivi de plusieurs autres, a pour objet l'Homme préhistorique dans la formation pampéenne; il semble bien acquis aujourd'hui qu'Ameghino s'exagérait singulièrement l'ancienneté des populations ayant utilisé, comme grottes d'habitation, les carapaces des Édentés gigantesques. Un peu plus tard il fait connaître 307 espèces de Mammifères fossiles de l'Amérique du Sud dans un important mémoire écrit en collaboration avec H. Gervais.

La série des notes sur Chelles occupe la fin de l'ouvrage, qui se termine par la description d'un mode de sténographie inventé par Ameghino, la taquigraphie.

L'œuvre poursuivie par M. A. J. Torcelli sera certainement très utile aux paléontologistes qui s'occupent de la faune des Mammifères fossiles sud-américains : il faut souhaiter le prompt achèvement de cette réimpression.

L. Joleaud,
Maître de Conférences à la Faculté des Sciences de Paris.

Chodat (R.), *Correspondant de l'Institut, Professeur de Botanique à l'Université de Genève.* — **Principes de Botanique.** 3e *édition.* — 1 *vol. in*-8° *de* 878 *p. avec* 921 *fig.* (*Prix* : 52 *fr.*). *J. B. Baillière et fils, Paris*; *Editions Atar, Genève,* 1921.

Nous avons analysé ici même, au cours de l'année 1911, cet excellent ouvrage dont la 2e édition venait alors de paraître. Nous disions que ce nouveau livre, modestement intitulé « *Principes de Botanique* », pouvait avoir une large portée et ouvrir aux lecteurs des horizons nouveaux en mettant au point des questions considérées avec juste raison comme délicates et complexes et en résumant les observations faites dans les recherches récentes.

Le succès de cet ouvrage a été tel que, dès l'année 1914, il se trouvait épuisé et que la publication d'une 3e édition était envisagée. Les bouleversements survenus durant les pénibles années de guerre en ont suspendu la réalisation, et il nous faut savoir gré à l'auteur et aux éditeurs d'avoir conduit à bonne fin ce travail alors que les conditions de publication sont encore si difficiles.

Cette nouvelle édition n'est d'ailleurs que la sœur cadette de la précédente; M. Chodat a conservé la disposition générale apportée précédemment, disposition qui a fait ses preuves et est particulièrement rationnelle.

Dans un premier chapitre de physiologie générale, l'auteur étudie la constitution de la matière vivante; il examine les sources et les transformations de l'énergie, puis la cellule avec les modifications qu'elle peut subir pour la formation des tissus. Notons dans ce chapitre des détails apportés dans la constitution des mitochondries et la mention des belles recherches effectuées par Guilliermond sur la question. Malheureusement les quelques mots relatifs à ce sujet ne mettent pas en évidence l'intérêt qu'il présente et le lecteur se trouve dans la nécessité d'avoir recours à l'ouvrage original pour en comprendre la portée.

Le chapitre spécialement consacré à l'anatomie donne une étude complète de la structure tant primaire que secondaire. Diverses innovations heureuses ont été apportées dans la rédaction de ce chapitre, et le nombre des exemples choisis permet une facile compréhension du texte.

La physiologie spéciale et les questions relatives à la génétique sont longuement développées. De nombreux détails et des observations personnelles de l'auteur donnent à ce chapitre un intérêt particulier, et le maître comme l'étudiant peut y puiser des documents précieux.

Nous regrettons néanmoins qu'il n'y ait pas un chapitre spécial consacré à la symbiose et aux grandes questions qui en découlent et auxquelles les travaux de Noël Bernard ont donné une si grande importance biologique. Il nous semble que ces questions auraient pu trouver place dans un ouvrage de cette importance.

Tel qu'il est, le succès de ce livre est assuré et c'est un ouvrage qui a sa place marquée dans toutes les bibliothèques spéciales.

G. Fron,
Professeur à l'Institut nationalagronomique.

Koehler (R.), *Professeur à la Faculté des Sciences de Lyon.* — **Faune de France. I. Echinodermes.** — 1 *vol. in*-8° *de* 210 *p. avec* 153 *fig. P. Lechevalier, éditeur, Paris,* 1921.

La détermination des Echinodermes de nos côtes n'était pas jusqu'ici chose facile ; pour trouver le nom de quelque Ophiure commune, il fallait recourir à des monographies anciennes, ou à des travaux de détail, dipersés à travers les périodiques. La faune que vient de nous donner M. Koehler arrive donc à son heure pour combler une importante lacune de notre littérature zoologique.

L'ouvrage de M. Koehler est exclusivement destiné à la détermination des espèces : c'est pourquoi les notions générales que l'auteur donne sur l'ensemble de l'embranchement (pp. 1-12), sur les Stellerides (pp. 15-17), les Ophiurides (pp. 58-61), les Echinides (pp. 97-103) et les Holothurides (pp. 140-143) sont-elles uniquement celles qui sont nécessaires à la compréhension des clefs dichotomiques et des diagnoses. Ces clefs — dont il est inutile de souligner l'importance — sont malheureusement trop souvent absentes de travaux faunistiques : c'est pourquoi celles que nous devons à la compétence de M. Koehler nous sont particulièrement précieuses. La figuration des espèces est un complément aujourd'hui indispensable de tout travail systématique : c'est l'absence de figures qui rend parfois si difficile l'emploi des admirables volumes du *Thierreich* malgré la précision de leurs diagnoses. Le dessin de l'espèce (pouvant être schématique s'il sait mettre en valeur les caractères importants) fournit une vérification immédiate de la détermination à laquelle ont conduit les tableaux dichotomiques. Dans l'ouvrage de M. Koehler toutes les espèces sont figurées, la plupart d'entre elles par la photographie. L'emploi de photographies assure l'exactitude de la représentation; par contre, il interdit toute possibilité de *choisir* les caractères à figurer puisqu'elles présentent d'une façon indentique, sur le même plan, si l'on peut dire, des détails d'ordre générique et d'autres purement spécifiques. Quoi qu'il en soit, nous avons ici un recueil iconographique des Echinodermes français que sa fidélité appelle à rendre d'importants services.

Il est infiniment regrettable que les limites imposées à M. Koehler aient été si étroites, le forçant à laisser de côté la question des formes larvaires. Et pourtant, quiconque s'est quelque peu occupé d'études planctoniques sait et la variété de formes et la difficulté d'identification de ces stades pélagiques. Durant deux missions successives sur nos côtes atlantiques, j'ai pu récolter une espèce de *Bipinnaria*, dix d'*Ophiopluteus*, trois *d'Echinopluteus* : sur ces quatorze formes, la moi-

tié se composait d'espèces non encore signalées. M. Koehler, par sa connaissance approfondie de la bibliographie du sujet, aurait pu compléter et adapter aux formes françaises les clefs dichotomiques de Th. Mortensen (*Plankton Exp.* et *Nord. Plankton*). A un autre point de vue, on aurait voulu trouver dans ce volume des indications un peu étendues sur l'éthologie des Echinodermes, leur localisation par faciès, les ensembles biologiques à la composition desquels ils participent : les limites imposées à l'auteur l'ont seules empêché de nous donner ces notions.

TH. MONOD.

Sanchez y Sanchez (Manuel). — **Investigaciones sobre el tejido cartilaginoso de los Selacios** (Memorias del Instituto Español de Oceanografia, t. *III*, n° 1). — 1 *broch. in-4° de* 31 *p. avec* 13 *fig. Madrid*, 1920.

Le tissu cartilagineux en général et celui des Sélaciens en particulier, qui s'y prête spécialement, ont été l'objet de bien des études. L'originalité de M. Sánchez y Sánchez est d'y avoir fait l'application des méthodes récentes et fort remarquables de l'Ecole histologique espagnole : tanno-argentique d'Achúcarro, à l'uranoformol de Cajal, au carbonate d'Ag ammoniacal de Rio Hortega. L'auteur attire l'attention sur l'importance extraordinaire que prend le formol comme fixateur des fins détails du protoplasme. Ses recherches ont porté sur la Centrine, la Roussette et la Raie bouclée, à divers états de développement.

Il étudie d'abord la morphologie des cellules cartilagineuses et leurs connexions. Il distingue dans le tissu cartilagineux trois zones : 1° des petits chondroblastes arrondis, 2° des grands chondroblastes de même forme, 3° des cellules cartilagineuses polymorphes. Les cellules se rencontrent en groupes *isogéniques*, pour employer l'heureuse expression de Renaut.

L'auteur examine la théorie syncytiale ou plasmodiale du cartilage, de Hansen, et reconnaît que celle-ci n'est pas en accord avec les résultats de ses propres recherches.

Puis il étudie le chondriome des chondroblastes. Il insiste sur la nécessité de distinguer avec soin « ce qui est chondriome de toutes les autres sortes de granules protoplasmiques ». « Entre la multitude de granulations décrites comme mitochondries, il règne aujourd'hui, dit-il, une confusion due principalement à ce que la technique ne dispose pas d'une méthode suffisamment sélective qui colore les mitochondries à l'exclusion de toute autre chose. » Dans les chondroblastes des Sélaciens, cette distinction peut être obtenue « admirablement » par la première variante de la méthode d'Achúcarro. En ce qui concerne l'origine du chondriome, l'auteur pense, avec la plupart des histologistes, que ses éléments se forment et disparaissent dans le protoplasme, sans jamais émigrer du noyau, comme le disent Galeotti et Sjöbring.

L'auteur décrit dans les chondroblastes un appareil réticulaire de Golgi dont il suit la complication dans le cartilage céphalique de la Raie.

Puis il décrit sous le nom de *squelette filamenteux protoplasmique* un appareil « qui doit être homologable au squelette de la cellule de Schwann » décrit par Cajal et lui-même dans les tubes nerveux. Cet appareil ne paraît avoir rien de commun avec le chondriome ni avec les filaments d'origine centriolaire décrits par Rio Hortega.

M. Sánchez y Sánchez passe ensuite à l'étude de la substance fondamentale du cartilage. Il remarque que dans le cartilage des Sélaciens les fibres conjonctives présentent un développement extraordinaire. Quant à leur histogenèse, elle lui paraît pouvoir avoir lieu de deux manières différentes : l'une par accroissement et assemblage de certains granules qui se trouvent entre les chondroblastes (embryons de Raie), l'autre par métamorphoses compliquées de cellules conjonctives (Centrine, cartilage vertébral).

La nutrition du cartilage s'opère par des canalicules (dont l'existence a été niée par Hansen, par Retterer, mais mise hors de doute dans de nombreuses recherches par des procédés divers) dont on peut obtenir des images positives par la méthode de Cajal et négatives par celle de Rio Hortega.

Ce mémoire est très bien illustré et constitue une importante contribution à l'étude du sujet qu'il traite.

JEAN DELPHY.

Delphy (Jean), *Docteur ès sciences, Chef des travaux de l'Ecole des Hautes-Etudes.* — **Etudes sur l'organisation et le développement des Lombriciens Limicoles thalassophiles.** — 1 *vol. in-8° de* 137 *pages, avec* 65 *fig. dans le texte. Chez l'auteur et Librairie Doin, Paris*, 1921.

Si plusieurs groupes de Vers sont bien connus actuellement, pour avoir été l'objet de nombreuses et importantes études, il n'en est pas de même pour les Lombriciens, et pour les Limicoles marins en particulier. En fait, depuis Claparède (1861-63) et Ferronière (1899), aucun travail d'ensemble n'a été fait sur ce sujet. M. J. Delphy vient de combler fort à propos cette lacune par une importante contribution à l'étude de ces Annélides, qu'avec une persévérance et une perspicacité louables, il a étudiés sur place pendant plusieurs années, sur les côtes du Cotentin.

Le travail est divisé en deux parties; la première, qui porte le titre d'Etudes biologiques et anatomiques, pourrait porter aussi celui d'Etudes systématiques, car c'est, jusqu'à un certain point, une revision des limicoles de la région intéressée. Pour chacune des espèces étudiées, on trouve une synonymie et une biliographie détaillées, un chapitre éthologique, et une étude approfondie portant sur tous les organes, ce qui complète heureusement les descriptions des auteurs qui, bien souvent, ont passé sous silence des organes absolument essentiels. Ce dont il faut aussi louer M. Delphy, c'est d'avoir toujours étudié ses animaux vivants, avant de les livrer aux liquides fixateurs, de les avoir regardés de longues heures vivre dans leur milieu naturel, ou sous le microscope; il a pu ainsi se rendre compte de l'inconvénient qu'il peut y avoir à considérer comme fixée la forme de certains organes, qui sont au contraire d'une grande plasticité. La fig. 35, caractéristique à cet égard,

nous montre trois aspects absolument différents du même Ver.

La deuxième partie est consacrée à la reproduction et au développement. La part originale, là aussi, est importante. L'accouplement n'était pas connu dans ce groupe de Vers. M. Delphy a pu l'observer à maintes reprises sur deux espèces, et il a pu, de plus, étudier la ponte du *Clitellio arenarius*, qui s'opère d'une manière toute spéciale : les œufs sont déposés au nombre de 2 à 4 dans de très petits « cocons » sécrétés par le clitellium, et ces cocons sont placés à la face inférieure des pierres à moitié enfouies dans la vase où vivent ces petits Vers. Par ailleurs, M. Delphy a suivi le développement complet de plusieurs espèces.

Ce travail, abondamment illustré, ajoutera beaucoup à nos connaissances sur ce groupe si mal connu. En attendant un travail plus étendu que M. Delphy nous promet, on pourra, avec cette « Etude », déterminer les Limicoles marins de nos côtes, grâce aux descriptions soignées, et au tableau dichotomique qui termine la première partie.

L. Berland,
Assistant au Muséum d'Histoire naturelle.

4° Sciences médicales

Apert (Dr), *Médecin à l'Hôpital des Enfants malades.* — **La croissance.** — *Un vol. in-18 de 252 pages, de la* Bibliothèque de Philosophie scientifique (*Prix* : 6*fr.* 75). *E. Flammarion, éditeur, Paris*, 1921.

Le volume que nous offre le Dr Apert est bien moins une œuvre d'anthropométrie et de biométrie, qu'un exposé médical et physiologique. L'auteur s'adresse au médecin, et à quiconque a charge d'enfants. Il le fait d'une façon claire, intéressante, sans développements techniques.

Après une cinquantaine de pages consacrées aux phénomènes de la croissance, à partir de l'ovule fécondé — où elle est prodigieuse d'intensité — jusqu'à la fin de l'adolescence, il expose les principes généraux de l'alimentation, selon les idées récentes et plus exactes que celles dont il fallait se contenter il y a 20 ans, et donnant à la notion des vitamines les développements qu'elle mérite.

Trois chapitres viennent ensuite qui sont d'un intérêt tout particulier : ils ont trait aux rapports existant entre les sécrétions internes et la croissance. On sait maintenant que le corps thyroïde, le thymus, les glandes génitales, les surrénales aussi, jouent un rôle, et que leurs altérations retentissent sur le développement des organes. On sait aussi que, par l'administration des sucs qui manquent, on peut beaucoup améliorer la situation, et réactiver une vitalité défaillante et devenue anormale. Les pages que consacre le Dr Apert à la question sont fort instructives, bien qu'assurément nous ne sachions pas encore toute la vérité en ce qui concerne le rôle des sécrétions internes dans la croissance.

L'auteur d'un livre sur la croissance ne pouvait passer sous silence les altérations de la croissance dues à des lésions du système nerveux dont le mongolisme est un exemple bien connu, ni celles qui sont dues au rachitisme ou à l'athrepsie : le lecteur se trouvera très suffisamment renseigné sur ces points. Il lira avec un intérêt spécial les pages consacrées à l'influence des maladies intercurrentes sur la croissance. Et il se demandera si ces maladies — les microbiennes en particulier — ne sont par utiles à la croissance : en quoi elles diffèrent des « maladies de la croissance » qui ne le sont nullement.

Le livre du Dr Apert est très rempli de faits et d'idées ; il est de lecture facile : c'est dire qu'il sera apprécié non seulement du médecin, mais des parents et de tous ceux qui ont à s'occuper d'enfants.

H. de Varigny.

5° Sciences diverses

A Catalogue of British scientific and technical Books, *prepared by a Committee of the British Science Guild.* — 1 *vol. in-8° de* xviii-376 *p.* (*Prix cart.* : 10 *sh.*). *British Science Guild, Londres*, 1921 (Dépôt à Paris à la B. S. M., 198, rue Saint-Jacques).

Le succès obtenu par le Catalogue des livres scientifiques et techniques ayant figuré à la première Exposition des Produits scientifiques anglais en 1918 a engagé la British Science Guild à publier une liste beaucoup plus complète des ouvrages de ce genre. C'est celle qu'elle présente aujourd'hui au public et qui ambitionne d'être le catalogue de tous les volumes scientifiques et techniques autres que ceux destinés à l'enseignement élémentaire, qui sont actuellement en vente chez les éditeurs du Royaume-Uni.

Ce catalogue fournit pour chaque volume le nom de l'auteur, le titre, le format, le nombre de pages, la date de la dernière édition, le nom de l'éditeur et le prix (en avril 1921). Le volume contient plus de 6.000 titres, classés par ordre de sujets en cinquante chapitres, divisés eux-mêmes en plus de 500 paragraphes. Dans chaque paragraphe, les ouvrages sont disposés par ordre alphabétique de noms d'auteurs. Un chapitre spécial donne une liste de dictionnaires des termes techniques en anglais et autres langues. Le volume se termine par une table générale des noms d'auteurs, une table des sujets et une table des noms d'éditeurs avec leurs adresses.

La préparation de ce catalogue a été faite sous la direction d'un Comité présidé par Sir R. Gregory et composé de spécialistes, ce qui en garantit la valeur.

En publiant ce travail, la British Science Guild s'est proposé de faire mieux connaître la littérature scientifique anglaise non seulement à l'intérieur, mais à l'Etranger. Il serait souhaitable de voir surgir en France une initiative analogue.

Louis Brunet.

ACADÉMIES ET SOCIÉTÉS SAVANTES
DE LA FRANCE ET DE L'ÉTRANGER

ACADÉMIE DES SCIENCES DE PARIS

Séance du 9 Janvier 1921

1° Sciences mathématiques. — M. **Ch. Lallemand** : *Sur la genèse et l'état actuel de la science des abaques.* L'auteur fait l'historique de la science des abaques et des contributions que lui ont apportées particulièrement MM. d'Ocagne et Soreau. Etant donné le rôle important qu'a pris la Nomographie parmi les sciences appliquées, l'heure est venue, semble-t-il, de lui donner une place dans l'enseignement technique. — M. **Th. Varopoulos** : *Sur une classe de fonctions croissantes.* — M. **P. Humbert** : *Sur le produit de Laplace relatif à certains hypercylindres.* — M. **G. Dumas** : *Sur un tableau normal relatif aux surfaces unilatérales.* — M. **A. Denjoy** : *Sur les fonctions définies par des séries de fractions rationnelles.* — M. **B. Gambier** : *Surfaces et variétés de translation de Sophus Lie.* — MM. **Ch. Nordmann** et **Le Morvan** : *Observation d'une étoile anormale au photomètre hétérochrome de l'Observatoire de Paris.* L'étoile 13 Céphée présente dans son spectre, au point de vue photométrique, une anomalie singulière. L'intensité de ses rayons, vue à travers l'écran rouge, est, proportionnellement à leur intensité vue à travers l'écran bleu, tout près de deux fois plus grande que ne le comporte le type spectral de cette étoile. Autrement dit, cette étoile du type spectral A possède une intensité lumineuse répartie dans son spectre d'une manière qui correspond à peu près à la répartition dans les spectres du type K, c'est-à-dire dans les étoiles à température basse. Cette anomalie provient sans doute de l'existence d'une atmosphère extrêmement absorbante autour de l'étoile.

2° Sciences physiques. — M. **E. Carvallo** : *Le principe de relativité dans les diélectriques.* L'auteur arrive à la conclusion qu'une source animée d'une translation entraîne avec elle son train d'ondes électromagnétiques, comme un aimant emporte avec lui son champ magnétique dans les expériences de Faraday. S'il en est ainsi, l'harmonie de l'Electro-optique avec la Mécanique est complète, sans qu'il soit nécessaire de bouleverser les fondements de notre connaissance d'après les idées d'Einstein. — M. **P. Chevenard** : *Dilatabilité du chrome et des alliages nickel-chrome dans un intervalle étendu de températures.* Entre 0° et 100°, la dilatation du chrome est exactement réversible, et le métal paraît dépourvu de toute singularité thermique. L'addition de chrome amène une atténuation très rapide de l'anomalie de dilatation du nickel; les alliages amagnétiques n'accusent plus de singularité thermique, et leur coefficient de dilatation vrai augmente régulièrement avec la température. — M. **Faillebin** : *Composé organométallique mixte de l'aluminium.* L'aluminium se dissout dans un mélange anhydre d'iodure de méthylène et d'éther, avec formation du composé $CH^2Al\,I$; une réaction accessoire donne lieu à un dégagement d'éthylène. Avec le bromure de méthylène, on obtient, mais plus difficilement, un composé analogue, qui par distillation perd Br et donne un liquide épais ne contenant plus qu'Al et un résidu hydrocarboné. — M. **J. Barlot** et Mlle **T. Brenet** : *Détermination des acides gras par la formation de leurs complexes à base d'uranyle et de sodium.* Les auteurs ont constaté que la réaction de Streng, appliquée aux homologues de l'acide acétique, donne des résultats positifs chaque fois que l'acide gras renferme dans sa chaîne un nombre pair d'atomes de carbone consécutifs.

3° Sciences naturelles. — M. **Emm. de Martonne** : *Sur le massif de Poïna Ruska et la corrélation des cycles d'érosion des Carpathes méridionales.* Les observations de l'auteur sur ce massif permettent d'établir la corrélation des niveaux d'érosion dans l'ensemble des Carpathes méridionales, y compris le Bihar et le Banat. — MM. **Y. Milon** et **L. Dangeard** : *Sur une formation rédonienne (Miocène supérieur) ravinant les argiles éocènes, à minerai de fer, au sud de Rennes.* Les auteurs ont observé au Vieux-Chartres le contact, avec ravinement, des argiles éocènes et du Rédonien fossilifère. Ce dernier se présente sous l'aspect d'un falun rappelant le type classique d'Apigné, ou d'une argile de décalcification contenant des concrétions d'oxyde de fer. — M. **E. Zaepffel** : *Sur le mécanisme de l'orientation des feuilles.* Pour l'auteur, les réactions tropistiques des feuilles se réalisent par des courbures ou par des torsions du pétiole, provoquées par une inégale hydratation des deux moitiés de ce dernier. — M. **Ch. Douin** : *Sur le gamétophyte des Marchantiées.* Dans le développement terminal, les tissus nouvellement formés repoussent en avant l'initiale terminale et les mérophytes voisins, tandis que, dans le développement basilaire, ce sont les initiales basilaires qui restent fixes sur le thalle ou la tige, pendant que les tissus jeunes repoussent les plus âgés à l'extérieur. — M. **L. Plantefol** : *Sur la toxicité de divers phénols nitrés pour le* Sterigmatocystis nigra. Le phénol et les produits nitrés qui en dérivent sont toxiques pour le *Sterigmatocystis nigra*, les produits mononitrés étant plus toxiques que le phénol, le dinitrophénol-1 : 2 : 4 encore plus, le trinitrophénol-1 : 2 : 4 : 6 moins que le dérivé dinitré. — M. **Ed. Chatton** : *Sur le polymorphisme et la maturation des spores des Syndinides* (Péridiniens). L'organisation et le mode de division nucléaires des *Syndinium* présentent d'une espèce à l'autre une uniformité remarquable. La maturation des spores n'est point accompagnée de méiose; ceci, joint à leur évolution solitaire, interdit de les regarder comme des gamètes. — MM. **R. Sazerac** et **C. Levaditi** : *Emploi du bismuth dans la prophylaxie de la syphilis.* Malgré l'absence d'une action préventive définitive, certains sels bismuthiques ne sont pas totalement inactifs au point de vue prophylactique lorsqu'on les administre *per os.* La pommade bismuthique agit préventivement

chez des animaux exposés à une infection certaine par voie de l'accouplement sexuel.

Séance du 16 Janvier 1922

M. le Président annonce le décès de M. **G. Ciamician**, Associé étranger de l'Académie.

1° Sciences mathématiques. — M. **C. Guichard** : *Sur les réseaux* Ω_{00}. — M. **P. Montel** : *Sur une extension d'un théorème de M. Landau.* — M. **Auric** : *Sur la généralisation des nombres entiers complexes.* — M. **M. d'Ocagne** : *Sur la réduction de la quatrième dimension à une représentation plane.* L'auteur montre la possibilité de représenter directement, sans aucune dissociation à la 3e dimension, les équations à plus de trois variables par des nomogrammes à points alignés. — M. **G. Tzitzéica** : *Sur les réseaux de points.* — M. **F. E. Fournier** : *Relations entre : les formes de carènes d'un navire ; les déplacements relatifs de sa houle satellite ; son aptitude à la vitesse ; sa vitesse la plus économique ; et la résistance de l'eau à sa translation.* — M. **P. Salet** : *Sur la pression des atmosphères des étoiles et du Soleil.* L'auteur mesure cette pression d'après le déplacement des raies du fer vers le rouge, qui est un effet de la pression. La pression de la couche renversante du fer dans le Soleil ne paraît être que de quelques dixièmes d'atmosphère ; par suite, le déplacement des raies solaires vers le rouge ne peut pas s'expliquer par la pression, qui devrait être alors de 5 ou 6 atmosphères. Il est donc possible que ce déplacement soit dû à l'effet Einstein.

2° Sciences physiques. — M. **A. Boutaric** : *Sur le rayonnement diurne de l'atmosphère au Mont-Blanc.* Au sommet du Mont-Blanc, par temps clair, une surface noire tournée vers le zénith et abritée des rayons solaires rayonne vers l'atmosphère et se refroidit ; quand le temps se couvre, le rayonnement change de sens, et la surface noire s'échauffe. — M. **Ch. Dufour** : *Valeur des éléments magnétiques à la Station du Val-Joyeux, à Villepreux (S.-et-O.), au 1er janvier 1922.* Déclinaison : 12°37',1 ; inclinaison 64°40',1 ; composante horizontale, 0,19665 ; composante verticale, 0,41541 ; force totale, 0,45961. — M. **E. Brylinski** : *Sur l'interprétation de l'expérience de Michelson.* On ne voit pas bien quelle conception autre que celle de l'éther absolument immobile pourrait permettre de tirer de l'expérience de Michelson la conclusion qui est le fondement des théories d'Einstein. Mais s'il n'y a pas d'éther fixe, le mouvement de la Terre dans l'espace devient un mouvement mathématique qui ne saurait avoir aucune répercussion physique sur les phénomènes qui se passent à sa surface. — M. **H. Chaumat** : *Sur l'application du galvanomètre ballistique aux essais de fer.* — M. **G. Claude** : *Sur des accidents observés dans la synthèse de l'ammoniaque par les hyperpressions et sur les moyens de les éviter.* L'auteur a observé de nombreux éclatements de tubes catalyseurs dus à la pression exercée par les couches intérieures plus chaudes sur les couches extérieures plus froides du métal, qui s'ajoute à la pression à l'intérieur des tubes ; on les empêche en immergeant les tubes dans un calorifuge, le kieselguhr, qui maintient tout le tube à la même température, et, au lieu d'évacuer la chaleur de réaction à travers la paroi, on opère par un autre moyen. — M. **Taffin** : *Sur le recuit et les propriétés mécaniques du verre.* Le phénomène de recuit d'un verre ne serait pas autre chose qu'une déformation visqueuse sous l'action des tensions internes. Le recuit ne peut plus se faire lorsque ces tensions deviennent égales ou inférieures à la limite élastique ; il pourra toutefois se produire à la longue une légère diminution des tensions due à la disparition des déformations subpermanentes. — M. **P. Woog** : *Sur la vitesse d'extension des couches minces d'huiles à la surface d'une nappe d'eau.* L'auteur a reconnu que la vitesse d'extension des corps gras à la surface de l'eau dépend dans une certaine mesure de l'« activité » des molécules. — M. **A. Kling** et M. et Mme **A. Lassieur** : *Appareil pour la détermination de la concentration d'une solution en ions H. Application à la recherche des acides minéraux dans le vinaigre.* Le vinaigre présente un exposant d'hydrogène assez fixe, variant de 2,54 à 2,84 ; la présence de très petites quantités d'un acide minéral l'abaisse d'une façon frappante à 2 ou au-dessous. — M. **E. Grandmougin** : *Sur la sulfobenzide.* L'auteur confirme le fait que cette matière première n'offre qu'un intérêt limité au point de vue de son application dans le domaine des colorants synthétiques. — MM. **P. Lemay** et **L. Jaloustre** : *Sur quelques propriétés oxydasiques du thorium X.* Le thorium X exerce une action oxydasique puissante sur l'adrénaline et sur la morphine ; au contraire, il n'en a aucune sur les alcools. — M. **Muguet** : *Le plomb dans les minerais d'urane de Madagascar.* Le traitement industriel de plusieurs tonnes de bétafite a permis d'isoler des quantités de plomb représentant environ 0,6 °/₀ du poids du minerai employé. C'est une preuve de l'exactitude de la théorie représentant le plomb comme le terme ultime de la désintégration atomique de l'uranium.

3° Sciences naturelles. — M. **M. Leriche** : *Les vestiges du Lutétien remaniés dans le Quaternaire du Nord de la France.* L'auteur a reconnu dans le Nord de la France, à l'état de vestiges remaniés dans le Quaternaire, toutes les assises du Lutétien marin du bassin de Paris. — M. **Ch. Jacob** : *La structure du Nord-Annam au Nord du Thanh Hoa.* Le Nord du Thanh Hoa est un pays de nappes où l'auteur distingue quatre éléments tectoniques superposés : le massif cristallin côtier, la série primaire, la série des schistes rubannés à porphyrites, les masses calcaires supérieures. — M. **L. Joleaud** : *Sur l'âge des dépôts de phosphate de chaux du Sud marocain, algérien et tunisien.* Le dépôt des phosphates de chaux a commencé au Maestrichtien, non seulement au Maroc, mais dans tout le sud de la Berbérie, jusqu'à Tébessa (Algérie) et Gafsa (Tunisie), comme en Egypte et en Palestine. L'horizon intéressant pour l'exploitation date du Maestrichtien dans le N.O. et le N.E. de l'Afrique, Maroc, Egypte. Dans la région intermédiaire (Sud algérien et tunisien), il remonte seulement au Montien. Enfin, dans le Tell algérien, à Souk-Ahras, des phosphates moins riches, dont l'exploitation ne s'est pas montrée rémunératrice, existent à la fois dans

le Montien et dans le Lutétien. — MM. **H. Joly** et **N. Laux** : *Sur la faune des couches moyennes et supérieures de l'Aalénien du Grand-Duché de Luxembourg.* — M. **M. Bridel** : *Sur la présence d'un glucoside à essence dans les tiges foliées et les racines du* Sedum Telephium *L.* Ce glucoside n'a encore pu être isolé à l'état cristallisé; il donne par hydrolyse du glucose et un produit à odeur de géraniol. — MM. **A. Goris** et **H. Deluard** : *Influence des radiations solaires sur la culture de la Belladone et la formation des alcaloïdes dans les feuilles.* L'action de la lumière solaire directe favorise la production des feuilles de Belladone. A poids égal, ces feuilles renferment sensiblement la même quantité d'extrait sec, mais la proportion d'alcaloïdes est plus élevée dans les feuilles développées au soleil que dans les feuilles poussées à l'ombre. — MM. **Ch. Oberthur** et **C. Houlbert** : *Quelques vues nouvelles sur la systématique des* Melanargia (*Lépidoptères* : Satyridæ). — M. **S. Metalnikow** : *La mort stérile des chenilles infectées.* Chez des chenilles contaminées avec des cultures de microbes peu virulentes, on observe une réaction phagocytaire d'abord faible, puis de plus en plus forte, à tel point que tous les microbes finissent par être bactériolysés et digérés par les phagocytes. Mais la chenille, stérile, meurt peu après d'épuisement et d'intoxication. — M. **Chr. Champy** : *Sur le déterminisme des caractères sexuels chez les Tritons.* Critique des notes récentes d'Aron. — M. **B. Roussy** : *Mesure de la surface cutanée du cheval.* L'auteur montre que la loi géométrique qu'il a trouvée pour la surface du corps de l'homme s'applique aussi au cheval. Cette surface est égale au produit du périmètre moyen par la hauteur périphérique moyenne. — M. **Marage** : *L'acuité auditive et l'aptitude au service militaire.* Pour l'auteur, à l'heure actuelle où il y a pénurie d'hommes, la surdité ne devrait plus être une cause de réforme, un sourd étant tout à fait capable de rendre des services à l'armée. — M. **J. Dragoiu** : *Influence de la pression osmotique sur la division cellulaire.* Le passage des œufs d'oursin dans un milieu ayant une pression osmotique de 30-50 atm. influence toujours leur division; cette influence produit une série de dégradations en échelons réguliers. Si l'on ramène les œufs dans l'eau de mer normale, l'altération est réversible et la division normale reprend chez ceux qui sont le moins dégradés, pas chez les autres qui ne peuvent plus se segmenter. — M. **Schein** : *Dualité possible de la fièvre aphteuse (hypothèse de travail).* L'auteur suppose l'existence de deux entités morbides encore confondues : la fièvre aphteuse proprement dite et la fièvre aphtoïde, la première immunisant contre elle-même, mais ne vaccinant pas contre l'autre, et *vice versa.* — MM. **H. Vallée** et **H. Carré** : *Sur l'immunité anti-aphteuse.* Des lots de jeunes bovidés guéris, les uns de fièvre aphteuse expérimentale, les autres de la maladie naturelle, toutes deux provoquées par un même virus de provenance française, résistent à la réinfection par le virus d'origine, mais contractent une fièvre aphteuse classique sous l'influence d'un virus d'origine allemande. Ce fait pose la question de la pluralité des virus aphteux.

Séance du 23 Janvier 1922

M. le Président annonce le décès de M. **Camille Jordan**, membre de l'Académie.

1° Sciences mathématiques. — M. **D. Riabouchinski** : *Quelques considérations sur la forme du solide et l'énergie cinétique du fluide qui l'entoure.*

2° Sciences physiques. — MM. **L. Besson** et **H. Dutheil** : *Le déplacement des hausses et des baisses barométriques et la direction des cirrus.* Les isallobares (lignes d'égale variation de la pression barométrique) sont orientées en moyenne NS lors d'un passage de cirrus, mais tendent à se mettre en croix avec la direction des cirrus quand ceux-ci viennent des régions N ou S. — M. **A. Perot** : *Sur la variation des longueurs d'onde des raies telluriques.* La longueur d'onde de ces raies croît avec la hauteur du Soleil suivant la formule $\lambda = \lambda_0 (1 + K \sin \theta)$. Mais le coefficient K est variable suivant les époques; il est probablement en rapport avec les conditions météorologiques des hautes atmosphères. — M. **H. Collin** et Mlle **A. Chaudun** : *Sur la loi d'action de la sucrase : vitesse d'hydrolyse et réaction du milieu.* La vitesse d'hydrolyse augmente d'abord avec l'acidité et diminue ensuite; de plus, le poids de saccharose susceptible de fixer la quantité de sucrase présente dans la liqueur est d'autant plus faible que l'acidité est plus considérable; autrement dit, l'addition d'acide se traduit par une diminution de la quantité d'enzyme qui entre en jeu. — M. **C. F. Muttelet** : *Nouvelle méthode pour la recherche de la graisse de coco dans le beurre de vache.* L'addition de graisse de coco d'origine française, même à la dose réduite de 10 %, peut être aisément décelée par l'essai à l'acétate de phytostérine, lorsqu'on isole les stérines par la digitonine.

3° Sciences naturelles. — MM. **P. Lemoine** et **R. Abrard** : *Sur l'existence du Crétacé supérieur dans la fosse centrale de la Manche d'après les dragages du* Pourquoi-Pas? Les échantillons recueillis par ces dragages montrent qu'un affleurement important de Crétacé supérieur à faciès craie se trouve dans l'axe de la Manche; la trouée de la Manche existait donc déjà à cette époque, faisant communiquer les mers crétacées du Bassin de Paris avec celles des Pyrénées et des régions méditerranéennes. — M. **L. Dussault** : *Sur la géologie de la province de Sam Neua (Haut Laos oriental).* — M. **R. Bourret** : *Les massifs autochtones du Nord-Est du Tonkin.* Ces massifs sont formés surtout de Dévonien et d'Ouralo-permien, avec quelques terrains cristallins. — M. **P. Russo** : *Sur la structure du Trias des régions de Meknès à l'Innaouen (Maroc septentrional).* — M. **A. Allix** : *Observations sur la structure en relief par les glaces.* L'auteur a vérifié sur le gradin inférieur du Glacier blanc du Pelvoux le phénomène d'érosion signalé par Johnson et Stracey, consistant dans le délitage, l'arrachement et le décollement des blocs sous-jacents; il propose d'appeler cette action spéciale *corrosion sous-glaciaire.* — M. **G. Dubois** : *Sur les modifications apportées à la plage de Sangatte à la suite des tempêtes de 1921.* Les sondages et les affleurements de la plage de Sangatte montrent que la tourbe s'est formée à l'abri de la mer derrière le cor-

don littoral des Pierrettes ou ses ramifications. La tourbe ayant commencé sa formation au Néolithique, il faut admettre que le cordon des Pierrettes était constitué, au moins dans ses grandes lignes, dès cette époque. — M. S. **Stephanescu** : *Sur l'importance pratique et phylogénétique du talon antérieur des molaires des mastodontes et des éléphants.* L'examen de ce talon apporte une preuve de plus à la liaison phylogénétique de ces deux espèces, les seconds descendant des premiers. — M. R. **Combes** : *Sur la formation des pigments anthocyaniques.* Critique des travaux récents de M. Jonesco. — M. G. **Hamel** : *Sur la végétation algologique de Rockall.* Toutes les algues de ce rocher perdu dans l'Atlantique à 240 milles de l'Irlande sont caractéristiques des rochers exposés et ont déjà été signalées dans de semblables conditions aux Feroë et à Clare Island ; mais elles sont naines et chétives. — M. E. **Chemin** : *Sur le parasitisme du* Sphacelaria bipinnata *Sauvageau.* L'auteur considère cette algue comme une épiphyte perforante, plutôt que comme une parasite. — M. W. **Koskowski** : *L'action de l'histamine sur la sécrétion du suc gastrique chez les Pigeons.* L'auteur conclut de ses expériences que l'histamine n'est pas détruite dans le sang et qu'elle n'est pas transformée dans le sang en substance stimulante de la sécrétion gastrique; elle subit cette transformation dans les autres tissus et principalement dans la peau. — MM. C. **Levaditi** et S. **Nicolau** : *Vaccine pure cérébrale. Virulence pour l'homme.* Le virus vaccinal cultivé dans le cerveau de lapin depuis 8 mois n'a pas perdu son affinité cutanée pour l'homme. Inoculé à des nouveau-nés, des nourrissons et des adultes, il engendre des vésiculo-pustules semblables a celles de la vaccine habituelle, évoluant comme elle, sans nulle tendance à la généralisation et exemptes de toute complication. Il offre sur la vaccine ordinaire l'avantage d'être, sans nulle addition d'antiseptique, d'une pureté absolue. — MM. A. **Donatien** et R. **Bosselut** : *Encéphalite aiguë contagieuse du bœuf.* Il s'agit d'une maladie contagieuse du bœuf, observée aux environs d'Alger en automne 1921. Elle est transmissible en série au bœuf, au lapin et au cobaye. Il s'agit d'un nouveau virus neurotrope.

SOCIÉTÉ DE BIOLOGIE

Séance du 7 Janvier 1922

MM. M. **Duval** et P. **Portier** : *Limite de résistance au froid des chenilles de* Cossus cossus. La température mortelle pour ces chenilles se trouve au voisinage de — 21°. Le mécanisme de la mort paraît être dû à la congélation du contenu cellulaire, qui jusque-là reste à l'état de solution sous-refroidie. — MM. E. **Bardier**, P. **Duchein** et A. **Stillmunkès** : *Remarques sur la glycosurie caféinique.* Le glycosurie caféinique est très difficile à réaliser sur l'animal normal; elle ne se manifeste guère qu'avec de fortes doses sur des animaux ayant préalablement reçu une alimentation riche en hydrates de carbone. *Sympathique et glycosurie caféinique.* L'intégrité des splanchniques est nécessaire à la manifestation de la glycosurie caféinique ou diurétinique ; d'autre part, sous l'influence de ces deux substances, les fibres de ce nerf sont en état d'hypoexcitabilité. — M. A. **Urbain** : *Sensibilisatrice due à la bactéridie charbonneuse.* En utilisant comme antigène une émulsion de bactéridies asporogènes ou sporulées tuées par l'alcool-éther, on peut mettre en évidence des anticorps dans le sérum d'animaux immunisés contre la bactéridie charbonneuse. — M. E. **Nicolas** : *Sur la gélification des sérums par l'aldéhyde formique.* L'auteur a vérifié l'action gélifiante de l'aldéhyde formique (solution commerciale de formol) sur les sérums normaux de cheval et de bœuf. Elle n'est pas instantanée et elle est précédée des phénomènes qui accompagnent généralement la coagulation et la prise en masse des liquides colloïdaux. — M. M. **Kollmann** : *Régénération caudale chez les Batraciens.* La queue est capable de régénération à tous les niveaux. Si l'axe squelettique peut se reformer, le volume régénéré augmente de l'extrémité à la base dans la mesure où augmente elle-même la surface de régénération. — MM. A. **Fernbach** et M. **Schoen** : *L'acide pyruvique dans la fermentation alcoolique.* Les auteurs sont parvenus à cultiver une levure de Champagne en présence de sucre dans un milieu purement minéral, additionné de craie, et ils ont observé la formation d'acide pyruvique. Il n'y a donc pas de doute que celui-ci ne soit un produit de la fermentation alcoolique. — M. E. **Fauré-Frémiet** : *Echanges respiratoires des œufs de* Sabellaria alveolata *L. au cours de la segmentation ou de la cytolyse.* Il semble que l'activité respiratoire des œufs de *Sabellaria* ne soit que très faiblement augmentée par la fécondation et que cette augmentation légère soit en rapport avec l'accroissement de surface correspondant à la formation des premiers blastomères. La consommation d'oxygène étant sensiblement égale pendant la segmentation normale ou pendant la cytolyse, on peut supposer que ces deux processus diffèrent peu l'un de l'autre au point de vue énergétique. — M. A. **Richaud** : *Sur la teneur en adrénaline des capsules surrénales, déterminée par la méthode chimique et par la méthode physiologique.* Les résultats différents obtenus par l'auteur au moyen de ces deux méthodes montrent, d'après lui, que les procédés d'extraction de l'adrénaline des capsules surrénales, actuellement en usage, ne fournissent pas tous la totalité de l'adrénaline renfermée dans ces organes. — MM. J. **Thomas** et **Binetti** : *Etude de la variation du pouvoir réducteur des sérums normaux et cancéreux, en présence d'extraits de tumeurs.* Les sérums cancéreux, mis en présence d'un extrait de tumeur cancéreuse, possèdent un pouvoir réducteur plus élevé que celui des sérums normaux, tuberculeux ou syphilitiques. Sur 63 sérums, la réaction s'est montrée positive dans 39 cas de cancer ; elle a été négative 14 fois chez des sujets normaux et 10 fois chez des syphilitiques et des tuberculeux. Il y aurait donc là un procédé intéressant de diagnostic du cancer.

Séance du 14 Janvier 1922

MM. E. **Nicolas** et L. **Panisset** : *Action du formol sur les propriétés du sérum hémolytique.* La formolisation du sérum hémolytique, même dans une proportion capable de le gélifier au bout d'un temps plus ou moins long, ne modifie pas certains anticorps que ce sérum peut

renfermer. — M. **M. Romieu** : *Sur l'apparition de l'hémoglobine dans les hématies des Invertébrés.* Le noyau des hématies, même adultes, chez les Invertébrés, est chargé d'hémoglobine. La noyau semble donc jouer un rôle essentiel dans la production de ce pigment, qui se formerait aux dépens de la chromatine comme l'avaient supposé plusieurs auteurs. — MM. **C. Levaditi** et **S. Nicolau** : *La vaccine cérébrale.* L'inoculation intra-cérébrale faite en séries régulières pendant 8 mois a permis d'obtenir un virus vaccinal fixe, adapté au cerveau, mais n'ayant pas perdu son affinité pour les segments cutané et cornéen de l'ectoderme, au moins chez le lapin. Inoculé à l'homme, ce virus cérébral détermine une vaccine cutanée, sans aucune tendance à la généralisation. — MM. **H. Roger** et **L. Binet** : *Le pouvoir lipolytique du sang et des tissus.* Le foie et le poumon possèdent le plus haut pouvoir lipolytique; puis viennent les ganglions lymphatiques qui, pendant la période digestive, regorgent de graisse; les autres organes ont une action moins marquée.

ACADÉMIE D'AGRICULTURE

Séances d'Octobre 1921

M. **M. Ringelmann** étudie *l'utilisation du charbon de bois pour la production du gaz pauvre applicable aux moteurs utilisés en agriculture.* Les gazogènes actuels utilisent du carbone et de l'eau à l'état de vapeur; le résultat est la production d'un mélange d'oxyde de carbone, d'hydrogène et de gaz inertes. De nombreux perfectionnements furent apportés aux gazogènes pour l'alimentation des moteurs fixes : il faut compter sur une dépense en marche pratique de 650 à 700 gr. de carbone par cheval-heure. La combustion complète du carbone dégage 8.000 calories par kg., l'oxyde de carbone 2.400, et celle de l'hydrogène 34.500. Les perfectionnements à obtenir visent donc l'augmentation de la proportion d'hydrogène. — M. **René Greilsammer** apporte le résultat d'*essais d'un tracteur moderne fonctionnant au gaz pauvre.* La consommation de charbon de bois d'un tracteur de 35 chevaux, monté avec gazogène Cazes, est au maximum de 52 kg. par hectare, représentant, dans l'Indre, une dépense de 11 fr. 45 en 1921. Dans les mêmes conditions de travail, le moteur consomme 40 litres d'essence par ha., soit une dépense de 72 fr. environ. Ainsi l'économie réalisée serait de 60 fr. à l'ha. L'économie de dépense réalisée sur l'essence ressort à 85 %. Là où le bois est abondant, par exemple en pays forestier aux colonies, on peut avoir le charbon de bois à un prix plus bas encore : c'est dire que la culture mécanique dans ces pays est grandement intéressée par ces essais. Le gaz pauvre c'est le carburant à bon marché. Il a d'autant plus d'avenir qu'il est applicable sans modification au moteur, par la simple adjonction d'un gazogène d'un poids de 400 à 500 kg. Même aux prix d'avant-guerre (charbon de bois à 0 fr. 05 le kg., et essence à 0 fr. 40 le litre), le gaz pauvre resterait plus économique de 85 %. — M. **Fouassier** expose ses expériences *sur l'augmentation de l'assimilation de la matière azotée des graines.* L'auteur a nourri 2 lots de souris, l'un avec des graines d'avoine aplaties et stérilisées à 120° en milieu humide, l'autre avec les mêmes graines arrosées au préalable avec une eau chargée de *Bacillus subtilis.* Ce deuxième lot accuse un engraissement de 15,5 % alors que le premier lot ne donne que 9,4 % d'augmentation. Le Bacille aurait une action peptonifiante qui faciliterait l'utilisation de l'aliment. Il y a peut-être là une idée intéressante pour l'alimentation rationnelle : ce principe, en effet, d'une peptonification artificielle est admis comme méthode de préparation pour certains aliments du régime alimentaire de l'homme. D'autre part, l'action microbiologique des flores intestinales des Ruminants est bien connue : il ne serait pas irrationnel de la faire travailler sur l'aliment avant son ingestion. Nous croyons que les méthodes diverses de préparation, ou de cuisine des matières alimentaires destinées aux animaux de la ferme se montreront, dans l'avenir, plus économiques qu'on ne l'a considéré jusqu'ici. C'est ce principe qui nous avait antérieurement guidé dans nos recherches sur les poudres et tourteaux de foin digestibles dont nous avions entretenu l'Académie en 1918. — M. le Dr **Trabut** envoie une note *sur la multiplication du dattier par semis.* Les bonnes variétés de dattier sont ordinairement multipliées par rejetons, qui le plus souvent sont contaminés par une cochenille. L'auteur a expérimenté le semis. Il réussit avec la plus grande facilité et donne des dattiers vigoureux, sains, qui sont plus vite en rapport que les dattiers issus de rejets. Pour obtenir de bons résultats il suffit de féconder artificiellement les pieds femelles avec du pollen d'arbre connu de qualité et sélectionné. Les essais des Américains sont démonstratifs à cet égard. Ainsi le procédé de reproduction des bonnes sortes par semis est possible et conserve les qualités à la condition de ne pas livrer la pollinisation au hasard d'hérédités de qualité douteuse.

Séances de Novembre et Décembre 1921

M. **L. Mangin** apporte le résultat d'*essais industriels sur les cotons longue soie du Cambodge.* Les cotons viennent des terres rouges des plateaux qui pourraient fournir 2 millions d'hectares à cette culture, qu'on essayait jusqu'ici seulement sur les rives basses du Mékong. Deux balles de coton de 22 à 26 mm., travaillées à Mulhouse, ont donné des fils dont les caractéristiques montrent que ces cotons longue soie ont des qualités comparables ou parfois supérieures à celles des cotons américains. Il reste à organiser un grand centre de production cotonnière et l'administration locale pourrait faire beaucoup pour attirer les initiatives et les capitaux. — M. **Fr. Diénert** a étudié les *conditions économiques de l'irrigation par les eaux souterraines de la nappe des alluvions dans la vallée de la Loire.* Il arrive à cette conclusion pratique que ces irrigations peuvent revenir à moins de 300 francs par hectare pour une augmentation de récolte qui peut être estimée à 600 francs. C'est donc une opération recommandable. — M. **Stoquer** adresse un mémoire *sur l'influence de la température sur les propriétés absorbantes des sols.* De juillet à janvier les moyennes mensuelles, aux environs de Paris, diffèrent de 24° à la surface et de 19° à 0 m. 25 de profondeur. Les expériences de l'auteur ont porté

sur les propriétés absorbantes de 4 terres vis-à-vis du sulfate d'ammoniaque aux températures de 0°, 16°, 35°, 55°. Le pouvoir absorbant a diminué lorsque la température s'élève, le pouvoir de dépollution de l'eau augmente avec la température. Aux époques chaudes l'alimentation azotée des plantes est donc facilitée. — M. **A. Le Chatelier** a soutenu devant l'Académie la thèse suivante : La mévente des pailles peut conduire à une solution de la crise du papier. *L'emploi de la paille pour la fabrication du papier est recommandable.* Il ne s'agit que d'organiser une nouvelle industrie agricole dont l'outillage modeste apparaît dès maintenant comme très rémunérateur. L'étude technique est faite dans ses conditions de réalisation, son rendement pratique, ses difficultés commerciales. Il apparaît bien que beaucoup de départements français pourraient produire 20 à 30.000 t. de pâtes à papier de paille. Une Fédération régionale, avec Bureau central de vente des pâtes blanchies, serait dans de meilleures conditions encore de réalisation. Quant aux capitaux nécessaires pour l'outillage et la mise en train d'une usine, M. Le Chatelier apporte ses prévisions raisonnées : Pour une fabrication de 300 t. par an (soit 1 tonne par jour), il faudrait immobiliser 100.000 fr. et l'on y trouverait un bénéfice annuel de 15.000 fr. Pour une fabrication de 500 t. et de 1.000 t., les chiffres seraient de 150.000 et 250.000 fr. aux immobilisations, de 40.000 et 100.000 fr. aux bénéfices. Une fabrication de 3 tonnes par jour serait dans des conditions particulièrement avantageuses. Bien des agriculteurs ont organisé des sucreries coopératives ; on ne voit pas pourquoi ces mêmes agriculteurs ne pourraient pas conduire des fabriques de pâtes dont ils fourniraient les matières premières. On pourrait ajouter que la multiplication des roseaux sur les sols marécageux pourrait être un appoint de matières premières pour les papeteries rurales. Et cette mise en valeur de grandes étendues peu productives ne serait pas négligeable ! — M. **Alfred Massé** a étudié *l'élevage du cheval gros trait en Allemagne.* Pendant que la France a perdu, du fait de la guerre, 30 % de ses effectifs en chevaux de gros trait, l'Allemagne, qui a pillé la Belgique et le nord-est de la France, a ses effectifs de 1921 égaux à ceux de 1912. Les régions allemandes qui s'adonnaient à l'élevage du cheval d'arme se consacrent aujourd'hui, pour l'exportation, à l'élevage du cheval de trait. Les traces du pillage s'affichent d'ailleurs dans les statistiques officielles : en Silésie il y avait en 1897 36 étalons de race belge, on en trouve 117 en 1920. La Saxe, la Prusse, la Bavière accusent des faits semblables. — M. **Paillot** présente une note *sur un parasite nouveau des plantations de pêchers dans la vallée du Rhône.* Il s'agit du *Neurotera nemoralis ;* c'est une espèce voisine de la mouche à soie du Poirier, qui se trouve dans la Drôme et l'Ardèche. Ce nouveau parasite a ravagé 3 ha en 1920 et plus de 15 ha en 1921. Les essais de traitement et de lutte ont montré que les formules d'insecticide à base de nicotine et de quassia sont les plus recommandables. L'hellébore est aussi efficace mais ce produit est difficile à obtenir. Deux pulvérisations à 5 jours d'intervalle, l'une avant et l'autre après l'éclosion des premières larves, sont susceptibles d'enrayer le fléau. La ponte des œufs a lieu vers le 10 mai, l'éclosion a lieu 8 jours après, et les larves ont atteint leur maximum de croissance 15 jours après. Elles descendent en terre où elles passent l'hiver. Il est à souhaiter que les foyers infectieux soient surveillés et traités pour éviter l'extension des dommages vers le sud-ouest. — Au moment où l'on exagère d'une façon dangereuse les affirmations visant la soi-disant non-toxicité du cuivre, il est intéressant de signaler la communication de M. **Cadoret**, sur *la lutte contre le Mildiou de la Vigne.* D'après cet expérimentateur, les Vignes bleuies par les sulfatages, du 1er juin au 14 juillet, sont indemnes de Mildiou. L'auteur recommande les bouillies à 2,5 % et basiques. Il considère les traitements de mai comme peu utiles et préconise des bouillies riches en cuivre et pauvres en chaux avant le 14 juillet, et d'autres pauvres en cuivre et riches en chaux après cette date. — M. A. **Angot** a défini *les caractères de l'année météorologique 1920-21.* C'est une année exceptionnelle. Pour le climat parisien c'est une année très chaude. Depuis plus d'un siècle, janvier et juillet n'ont présenté qu'une fois des caractéristiques aussi élevées. Le régime pluviométrique a été encore plus anormal que le régime thermique. Il y a eu onze mois déficitaires par rapport aux pluies ordinairement constatées. Au total (278 mm.) moins de moitié de la quantité normale ; deux mois, juin et juillet, avec seulement 5 mm. de pluie. La cause en est dans la présence d'une zone de hautes pressions sur la France ou dans son voisinage. Le régime des vents a donc été très anormal, avec prédominance des vedts secs du Nord à l'Est particulièrement en automne et en été. Les causes de la météorologie anormale de l'année 1921 résident donc dans les causes inconnues qui ont réalisé les centres de pression et le régime des vents. — M. **Buffault** a décrit la région dite « *Double du Périgord* », vaste plateau marécageux, pauvre, dépourvu de calcaire. Pays essentiellement forestier ayant un coefficient de boisement qui, depuis 20 ans, a passé de 63 à 43 %. L'auteur préconise des mesures d'amélioration : chaulages, boisement en Pin maritime à gemmage, retard dans l'exploitation des taillis. — M. le Marquis **L. de Vogüé** présente une étude sur l'*agriculture et les impôts.* L'un des arguments les plus frappants qui est mis en évidence, et admis aujourd'hui par tout le monde, c'est que la taxation à la vente des produits agricoles d'alimentation pendant la guerre a représenté un sacrifice de 5 ou 6 milliards de la part du producteur. Et c'est un chiffre qui équivaut à la contribution sur les bénéfices de guerre, qui a atteint l'industrie et le commerce, et dont ceux-ci se prévalent comme d'une contribution qui leur est propre. — M. **Ch. Fr. de Mauny** a réuni une documentation sur *les cours du cheptel sur pied.* Il a vérifié expérimentalement sur huit types de bœufs quel est le rendement moyen. Il s'est montré de 58,8 (salers) à 64,8 (charolais), avec un chiffre moyen général de 61 %. pour les bêtes de bonne qualité venues à la Villette. Le squelette représente environ le 6e du poids de la viande. La pesée, le transport, le marché, la réfrigération, les coopératives d'éleveurs sont autant de points qui retiennent son attention. Et il conclut, comme on le fait depuis longtemps, à la nécessité d'une

organisation d'abattoirs et de marchés régionaux, à une réorganisation du Marché de la Villette et à une fixation des cours basée sur les mêmes principes que pour le marché des valeurs mobilières. Il y a sans doute beaucoup d'inertie du côté des éleveurs, car on ne voit pas pourquoi ils ne prennent pas en main une organisation commerciale, à leur profit, du marché de la viande dont ils sont les producteurs.

Ed. Gain.

ACADÉMIE ROYALE DE BELGIQUE

Classe des Sciences

Séance du 2 Juillet 1921

1° Sciences mathématiques. — M. **C. Servais** : *Tétraèdres réciproques orthologiques.* — M. **J. Neuberg** : *Notes de Géométrie.*

2° Sciences physiques. — M. **G. Cesàro** : *Démonstration élémentaire de la forme de la caustique par réflexion et de la formule donnant l'indice de réfraction d'un prisme en fonction de l'angle minimum de déviation.* — MM. **E. Henriot** et **R. Crombez** : *Variation de l'indice de réfraction des liquides avec la température. Comparaison numérique des différentes formules proposées.* Les auteurs ont opéré cette comparaison en utilisant des séries de nombres données par Eykman pour une vingtaine de corps organiques dont les indices de réfraction sont aussi divergents que possible et où des fonctions chimiques très différentes sont représentées. A la 4e décimale près, la formule d'Eykmann :

$$\frac{n^2 - 1}{n + 0,4} \cdot \frac{1}{\rho} = \text{const.},$$

où ρ est la densité, représente bien les phénomènes ; cependant quelques corps font exception à cette règle. — M. **Edm. van Aubel** : *Sur une relation entre les températures absolues de fusion, d'ébullition et critique des corps.* L'auteur a reconnu que les dérivés halogénés du mercure satisfont à la relation énoncée par M. Maur. Prudhomme[1] ; mais le mercure métallique donne une valeur de r tout à fait anormale, égale à 0,512. — M. **G. Cesàro** : *Sur la forme des cristaux déposés par une couche mince de liquide cristallogène sur une lame de verre plane.* L'auteur formule les deux lois suivantes : 1° Lorsqu'une couche mince de liquide dépose des cristaux sur une lame plane, la face par laquelle les cristaux adhèrent à la lame est rigoureusement une face cristalline. 2° En général, si les conditions restent les mêmes, la face de contact reste la même pour une même substance. En se basant sur ces lois, on peut caractériser très facilement un certain nombre de corps. — M. **A. de Hemptinne** : *Réduction des oxydes métalliques par l'effluve électrique.* IV. — M. **F. Swarts** : *Sur quelques fluorures aliphatiques.* L'auteur a préparé un certain nombre de fluorures aliphatiques nouveaux par l'action des fluorures d'Ag ou de Hg secs sur les bromures ou les iodures alcooliques correspondants. Ce sont les fluorures d'amyle normal, Eb. 62°,8, de décyle normal, d'isoamyle, Eb. 53°,5, d'heptyle normal, Eb. 119,7-119,9, d'octyle normal, Eb. 142°-142°,5, de cétyle, Eb. 287°,5, d'octyle secondaire, Eb. 139°,3. Les fluorures d'alkyles secondaires ou à chaîne anormale se décomposent par distillation en HF et hydrocarbure éthylénique.

1. *Rev. gén. des Sc.* du 15 janv. 1921, t. XXXII, p. 2.

Séance du 6 Août 1921

1° Sciences mathématiques. — M. **C. Servais** : *Sur les quadriques de révolution.* — M. **A. Demoulin** : *Sur les surfaces cerclées.*

2° Sciences physiques. — M. **H. Rouche** : *Sur l'acide parafluorométanitrobenzoïque.* L'auteur a préparé l'acide *p*-fluoro-*m*-nitrobenzoïque par nitration de l'acide *p*-fluorobenzoïque ; il se forme accessoirement du *p*-fluoronitrobenzène. Le fluor exalte le caractère acide de l'acide nitrobenzoïque moins que le chlore et le brome, contrairement à ce qui s'observe dans la série grasse.

3° Sciences naturelles. — M. **V. Villem** : *Synchronisme des mouvements respiratoires et des pulsations cardiaques chez les Poissons.* L'auteur a rencontré chez les Poissons le synchronisme, à périodicité égale, des mouvements respiratoires et des pulsations cardiaques, dans des « conditions de tranquillité ». Il a trouvé à ce synchronisme, comme minimum de régulation, une réaction du mécanisme inspirateur vis-à-vis de l'afflux sanguin dans les branchies, et suggère, d'autre part, une action sur la contraction du *sinus venosus* de l'aspiration péricardique résultant de la manœuvre inspiratoire. Il y aurait ainsi influence réciproque d'un appareil sur l'autre. Si une excitation perturbatrice amène une variation trop rapide d'un rythme particulier, il y a dissociation des rythmes. Il peut sans doute se rétablir ensuite, sous les impulsions répétées qui émanent du mécanisme de régulation, un nouveau synchronisme avec un rythme autre, correspondant aux conditions nouvelles.

Séance du 8 Octobre 1921

1° Sciences mathématiques. — M. **J. Neuberg** : *Un problème sur les quadrilatères articulés.* — M. **L. Godeaux** : *Sur la congruence linéaire de cubiques gauches.* — M. **P. Stroobant** : *Observations de Saturne effectuées en 1921, à l'époque de la disparition de l'anneau.* Les observations de l'auteur semblent confirmer l'idée que, si la partie relativement dense de l'anneau a une très faible épaisseur (quelques dizaines de km. seulement), sa surface limite s'étend, pour certaines zones, principalement à l'intérieur de la division de Cassini, à une assez grande distance du plan médian de l'anneau.

2° Sciences physiques. — M. **J. E. Verschaffelt** : *Sur la construction graphique de ménisques capillaires.* L'auteur décrit un procédé qui constitue un perfectionnement important de la méthode graphique de Thomson et qui permet de restreindre à un nombre relativement petit les éléments dont se compose la courbe capillaire, c'est-à-dire de donner à ces arcs une ouverture relativement grande. — M. **J. E. Verschaffelt** : *Détermination par construction graphique de l'ascension capillaire d'un liquide entre deux cylindres coaxiaux.* Au lieu de mesurer les hauteurs d'ascension capillaire, l'auteur s'est proposé de les déterminer directement en construisant, par le procédé de Kelvin, la courbe méridienne de ménisques annulaires, dans des conditions très variées, pour un liquide fictif à constante capillaire donnée ($a = 10$). Les résultats obtenus sont d'une précision qui n'est pas inférieure à celle avec laquelle on peut déterminer le rayon du tube capillaire (1 ‰ à peu près). — M. **Al. de Hemptinne** : *Sur la réduction des oxydes métalliques par l'effluve électrique.* V. L'auteur a cherché à mesurer la perte de poids de l'oxyde métallique qui doit accompagner le phénomène de réduction.

Le Gérant : Gaston Doin.

Sté Gle d'Imp. et d'Ed., rue de la Bertauche, 1, Sens.

33e ANNÉE N° 4 28 FEVRIER 1922

Revue générale des Sciences pures et appliquées

FONDATEUR : LOUIS OLIVIER

DIRECTEUR : J.-P. LANGLOIS, Professeur au Conservatoire national des Arts-et-Métiers, Membre de l'Académie de Médecine

Adresser tout ce qui concerne la rédaction à M. J.-P. LANGLOIS, 8, place de l'Odéon, Paris. — La reproduction et la traduction des œuvres et des travaux publiés dans la *Revue* sont complètement interdites en France et en pays étrangers y compris la Suède, la Norvège et la Hollande

CHRONIQUE ET CORRESPONDANCE

§ 1. — Nécrologie

L'explorateur polaire Shackleton. — Le grand explorateur polaire sir Ernest Shackleton est mort le 5 janvier des suites d'une angine de poitrine à bord de son navire le *Quest*, au large des îles de la Géorgie du Sud, alors qu'il tentait encore une fois d'atteindre le pôle Sud. Ses restes, transportés d'abord à Montevideo, doivent être inhumés aux îles Falkland, selon le désir de sa veuve.

Né à Kilkee, en Irlande, en 1874, Ernest Shackleton s'était engagé dans la marine marchande, n'ayant alors que dix-sept ans à peine et il prit part au transport des troupes britanniques vers l'Afrique du Sud lors de la guerre du Transvaal ; au cours de naufrages, il montra une admirable énergie qui devait caractériser toute sa vie d'explorateur polaire.

De 1901 à 1904, le lieutenant Shackleton fit partie de l'expédition anglaise de la *Discovery*, commandée par le capitaine Scott, qui reconnut et leva les côtes de la terre Victoria et des îles voisines, et s'avança jusqu'à 82°17' lat. S., dépassant ainsi le point atteint par Borchgrevink en 1900.

Puis, en 1907, se proposant de pousser plus loin encore l'avance vers le pôle Sud, Shackleton prit lui-même le commandement d'une nouvelle expédition qui laissa Londres, le 30 juillet, sur le *Nimrod*, et dura jusqu'en 1909. Le 9 janvier de cette année, il parvint à atteindre la latitude 88°23', où il se trouvait à 178 kilomètres du pôle[1]. Il se peut que, sans la perte d'un mulet chargé de vivres qui avait disparu dans une crevasse, il aurait pu atteindre le premier le point austral extrême de notre planète, où sont parvenus Amundsen le 14 décembre 1911 et le capitaine Scott le 17 janvier 1912.

Malgré ces grands succès obtenus par d'autres, Shackleton n'avait jamais perdu l'espoir de pouvoir arriver lui aussi jusqu'au pôle. Il se remit à étudier le plan d'une nouvelle expédition destinée à ajouter un utile complément aux connaissances déjà acquises. Ce qu'il se proposait c'était d'explorer le continent antarctique, de l'aborder par le côté le moins connu, de le traverser, et le pôle Sud n'eût été qu'une étape de ce raid formidable. Il partit de Londres sur l'*Endurance* le 8 août 1914 et il était accompagné d'un navire de renfort, l'*Aurora*, ancien bateau de sir Douglas Mawson lors de son expédition de 1911-1914[1] et que commandait le capitaine Mackintosh. D'importantes reconnaissances et découvertes furent faites, mais des catastrophes qui atteignirent les deux navires vinrent entraver les progrès de l'expédition. Shackleton courut de très grands dangers et ce fut grâce à sa vigueur et à son énergie qu'il parvint à sauver tout son équipage[2].

1. Pour les résultats de ces deux explorations antarctiques de Shackleton sur la *Discovery* et sur le *Nimrod*, nous renvoyons aux quelques détails que nous avons précédemment donnés dans la *Revue générale des Sciences*, 30 avril 1909, p. 348-349.

1. Voir : *Revue générale des Sciences*, 30 juin 1914, p. 583-584.

2. Voir les détails que nous avons précédemment donnés dans la *Revue générale des Sciences*, 15 juillet 1916, p. 393-394. — Le récit complet de cette expédition a été dernièrement publié : Sir ERNEST SHACKLETON, *South. The story of Shackleton's last expedition* 1914-1917. London. William Heinemann, 1920, in-8, XXIV-376 p., 46 pl., 1 carte hors texte. — On peut se référer au compte rendu qui en a été donné par M. S. REIZLER dans *La Géographie*, décembre 1921, p. 638-639.

La persévérance du grand explorateur était inlassable. Le 25 septembre 1921, il avait quitté l'Angleterre à bord du *Quest* pour se diriger une fois de plus vers le pôle Sud. Le navire emportait pour plusieurs années de vivres. Cette fois ce fut la maladie qui, en enlevant subitement le courageux et éminent voyageur, vint le priver du bonheur de voir se réaliser jusqu'au bout le rêve glorieux poursuivi par lui toute sa vie.

G. Regelsperger.

§ 2. — Physique

Sur le mouvement des électrons animés de très grandes vitesses[1]. — Il est inutile de rapparler ici les longues discussions qu'ont provoquées les expériences de Kaufmann sur la variation d'inertie des corpuscules β du radium.

Ces expériences avaient, en effet, montré la variation d'inertie des corpuscules β en fonction de la vitesse, mais elles étaient insuffisamment précises pour permettre de trancher la question de savoir si cette variation était conforme à la théorie de Max Abraham (électron sphérique, indéformable) ou s'il fallait tenir compte, dans cette variation, de la contraction de Lorentz-Einstein, conformément au principe de relativité. Les dimensions des clichés obtenus par Kaufmann n'étaient, en effet, guère plus grandes que celles d'un ongle et les interprétations subtiles des courbes obtenues concluaient tantôt en faveur de l'une et tantôt en faveur de l'autre théorie. Cependant, deux ans plus tard, Bucherer entreprit de nouvelles déterminations qui, sans permettre de trancher définitivement la question, étaient cependant plus favorables à la théorie de Lorentz-Einstein qu'à celle d'Abraham.

M. Ch. E. Guye eut alors l'idée de chercher à attaquer le problème par l'étude des rayons cathodiques de grande vitesse. Mais la production de ces rayons, que l'on ne peut obtenir que dans des vides très poussés, présente de très sérieuses difficultés expérimentales. En outre, il faut faire choix d'une méthode qui permette, avec une exactitude aussi grande que possible, de déceler la différence entre les deux théories. Après examen attentif des dispositifs les mieux appropriés au but à atteindre, M. Guye s'arrêta à la méthode qu'il a appelée *méthode des trajectoires identiques*, qui présente le très grand avantage d'éliminer, dans la comparaison des deux théories, l'évaluation toujours très délicate des intégrales du champ. Cette méthode est particulièrement avantageuse lorsque les champs que traversent les rayons cathodiques ne sont pas uniformes.

C'est en 1907 que M. Guye a commencé, au Laboratoire de Physique de l'Université de Genève, les premiers travaux relatifs à l'inertie des rayons cathodiques de grande vitesse, avec la collaboration de M. Simon Ratnowsky. La conclusion de ce travail fut « que, des deux formules proposées, celle de Lorentz paraît seule donner des résultats compatibles avec l'expérience. Les divergences avec la formule d'Abraham atteignent presque 4 %, alors qu'avec la formule de Lorentz elles sont d'environ 1 à 2 %. »

Ainsi la formule d'Abraham était nettement en désaccord avec l'expérience : la formule de Lorentz-Einstein, tout en étant compatible avec les résultats obtenus, n'était cependant pas vérifiée avec une exactitude suffisante.

Aussi, M. Ch.-Eug. Guye reprit-il, avec la collaboration de M. Lavanchy, une autre série d'expériences en introduisant de nombreux perfectionnements destinés à en augmenter considérablement la précision. Une des principales causes d'erreur des expériences précédentes résultait de la variation rapide que subit la dureté du tube au cours d'une même série de mesures. D'où l'idée de substituer à l'observation directe des déviations un enregistrement photographique beaucoup plus rapide : la méthode n'est plus alors, il est vrai, rigoureusement celle des trajectoires identiques, mais de très petites corrections, faciles à calculer par une étude préliminaire, lui rendent toute sa sécurité. Les inconvénients des variations de dureté du tube sont ainsi considérablement réduits et les enregistrements photographiques ont une entière objectivité. En outre, la photographie de points de repère fixes tracés sur le fond du tube permet d'éliminer les erreurs provenant de la dilatation ou de la contraction de la gélatine.

La discussion minutieuse des belles expériences faites par MM. Guye et Lavanchy leur a permis de conclure que : *la formule de Lorentz-Einstein relative à la variation de l'inertie en fonction de la vitesse se trouve vérifiée avec une grande exactitude*. La répartition à peu près indifférente des écarts positifs et négatifs, jointe au grand nombre de mesures effectuées, semble bien indiquer, en outre, que la formule de Lorentz-Einstein représente une loi très exacte, que des déterminations individuellement plus précises ne parviendraient pas aisément à mettre en défaut. En particulier, la moyenne algébrique des écarts Δ que présentent les mesures faites par rapport à chacune des théorie est :

$$\text{Lorentz-Einstein, } \Delta_{moy} = +0{,}0002$$
$$\text{Max Abraham, } \Delta_{moy} = +0{,}0112$$

L'écart algébrique moyen avec la formule d'Abraham est incomparablement plus grand qu'avec celle de Lorentz-Einstein, pour laquelle cet écart est insignifiant.

La vérification de la formule de Lorentz-Einstein, pour les électrons de grande vitesse, constitue une vérification indirecte de la relation :

$$mV^2 = E,$$

qui réunit en un seul principe le principe de la conservation de la masse et celui de la conservation de l'énergie. On conçoit dès lors tout l'intérêt des recherches effectuées par M. Guye, sur l'inertie des électrons en mouvement très rapide, qui, à l'heure actuelle, constituent la vérification expérimentale peut-être la plus directe de l'une des conséquences les plus importantes des nouvelles théories : le parallélisme de la matière et de l'énergie.

A. Boutaric.

1. Ch. Eug. Guye, avec la collaboration de S. Ratnowsky et Ch. Lavanchy : Vérification expérimentale de la formule de Lorentz-Einstein faite au Laboratoire de physique de l'Université de Genève. (*Mémoires de la Société de Physique et d'Histoire naturelle de Genève*, vol. XXXIX, fasc. 6 ; 1921.)

Reproduction artificielle des phénomènes accompagnant les décharges électriques atmosphériques. — Afin de pouvoir étudier expérimentalement les phénomènes produits par les décharges électriques atmosphériques (coups de foudre) et spécialement d'en observer les effets sur les appareils et installations électriques, le Professeur Steinmetz a établi un équipement spécial, qui est actuellement employé par la *General Electric Company* pour l'essai de son matériel de protection contre la foudre.

Cet équipement se compose essentiellement d'une grande capacité, formée d'un certain nombre de condensateurs à plaques (200 plaques en tout) et d'un groupe de kenotrons (redresseurs à émission électronique) transformant en courant unidirigé le courant alternatif à haute tension d'un transformateur ordinaire; le système ainsi constitué se décharge sur un circuit de faible résistance présentant un éclateur à boules.

La capacité totale des condensateurs est de 1,6 microfarad (0,008 microfarad par plaque); la tension admissible, de 30.000 volts par plaque; l'énergie accumulée sur l'ensemble des condensateurs atteint ainsi $W = \frac{1}{2}Ce^2 = \frac{1}{2} \times 1{,}6 \times 10^{-6} \times 30^2 \times 10^6 = 720$ joules; en groupant les plaques par 4 en série et formant 50 groupes en multiple, on obtient, avec une capacité de 0,1 microfarad, une impédance momentanée (l'inductance minima du circuit de décharge étant de 0,016 mh) :

$$\sqrt{\frac{L}{c}} = \sqrt{\frac{0{,}016 \times 10^{-3}}{0{,}1 \times 10^6}} = 12{,}6 \text{ ohms.}$$

Dans ces conditions, le courant de décharge peut atteindre 9.500 ampères sous 120.000 volts, ce qui correspond à un débit momentané de plus de 1 million KVA à une fréquence $f = \frac{1}{2\pi\sqrt{Lc}} = 126.000$; la résistance du circuit de décharge étant pratiquement nulle, on arrive à une impulsion de 120.000 volts, 4.700 ampères, soit 1/4 million kw pendant 2,3 secondes, etc.

Pour régler l'intensité, la rapidité et la durée de la décharge, une résistance spéciale était nécessaire, sans inductance et capable de supporter des puissances momentanées considérables; on l'a constituée de tiges de silicium coulé, de 25 cm. de longueur et 1 mm. environ de diamètre et ayant chacune 6 à 8 ohms environ de résistance; les jonctions sont opérées au moyen de capuchons en fer appliqués sur les tiges au rouge, et ainsi soudés au métal.

Cet équipement permet d'obtenir des décharges d'une intensité et d'une nature tout à fait comparables aux plus forts effets que peuvent produire les décharges atmosphériques et il se prête à des essais très intéressants; il aurait déjà donné l'occasion, au cours d'essais de parafoudres, de faire des observations scientifiques d'une portée considérable.

H. M.

§ 3. — Agronomie

La température du sol et les facteurs qui la déterminent. — MM. B. A. Keen et E. J. Russell[1], de la Station expérimentale de Rothamsted, en Angleterre, se sont livrés à une série de recherches très intéressantes sur la température du sol et les facteurs qui influent sur celle-ci, abstraction faite de l'émanation de chaleur qui se dégage de l'intérieur de la croûte terrestre, celle-ci ne représentant, au point de vue envisagé, qu'une source de chaleur négligeable. Les auteurs ont également examiné à quel degré la température du sol peut être évaluée au moyen d'autres mesures, telles que la température de l'air, la durée de l'insolation, etc., lorsqu'il n'y a pas de déterminations directes.

Les données recueillies furent obtenues au moyen d'un thermomètre enregistreur introduit à 15 cm. dans le terrain de Rothamsted, en comparaison d'une série de thermomètres exposés en plein air, à l'abri ou ensevelis dans le sol, ainsi que d'un héliomètre et d'un radiomètre enregistreurs. Le terrain placé au-dessus du thermomètre fut soigneusement maintenu privé de toute végétation ; les observations analysées furent effectuées du 22 décembre 1913 au 23 décembre 1914; toutefois les données continuèrent d'être recueillies.

La température du sol ne se comporte pas en hiver comme en été, dans ce sens qu'en hiver on n'observe aucune variation quotidienne sensible, mais des variations embrassant des périodes de plusieurs jours, le maximum de l'une pouvant être le maximum de la suivante.

Par contre, la variation de la température est notable en été; la température commence à s'élever à la surface avec l'aube et l'élévation pénètre à 15 cm. de profondeur, pour la latitude et la longitude observées, vers 9 h. 1/2 du matin; la température continue à s'élever jusque vers 16 h. 1/2; à ce moment il y a un arrêt ou un abaissement; après 17 h. 1/2, l'abaissement se produit décidément, mais il est beaucoup plus lent que l'élévation et il continue jusque vers 8 h. du matin. A la profondeur de 15 cm., la température du sol s'élève donc pendant 7-8 h. et descend pendant 15-16 h.; il y a souvent une période d'arrêt, de durée variable, à la fin des deux périodes d'élévation et d'abaissement de température. La température moyenne s'observe vers midi et minuit; il y a donc une période chaude de midi à minuit et une période froide de minuit à midi. Le maximum de température du sol, à 15 cm. de profondeur, présente un retard de 3 h. relativement à celui indiqué par le thermomètre en plein air sous cage.

Les maxima de la température du sol ne sont pas en rapport étroit avec la durée de l'insolation, le coefficient pour la période d'observation du 2 février au 23 décembre 1914 ayant été $0{,}434 \pm 0{,}032$; le coefficient diminue encore et est de 0,357 si l'on ne tient compte que des heures d'insolation jusqu'à 12 h. 1/2, car il faut compter que celles-ci seules ont une influence définie

1. *The Journal of Agricult. Science*, t. XI, fasc. 3, p. 211; d'après le *Bull. mens. des Rens. agric.*, t. XII, n° 12, p. 1610; déc. 1921.

sur le maximum de température du sol. Par contre, la variation positive de la température à 15 cm. de profondeur est étroitement unie à l'indice de radiation solaire tel qu'il est donné par le radio-intégrateur Wilson, le coefficient étant 0,877 ± 0,009; l'élévation de température ou ampleur de la variation est également unie, mais dans une moindre mesure, aux heures d'insolation, le coefficient étant 0,768 ± 0,015. L'augmentation journalière de température est naturellement influencée négativement par la précipitation atmosphérique, mais non par le vent, du moins en apparence; en tout cas un accroissement du maximum de température n'a jamais été constaté par suite de la pluie. La surface du sol augmente de température bien plus que l'air; mais cette augmentation s'atténue tellement à 15 cm. de profondeur que le maximum est à peu près égal, en été, à celui de l'air, et de 3° C. plus bas en hiver.

Le refroidissement du sol, qui détermine les minima de température, est favorisé par des nuits claires, tandis qu'en automne les pluies le retardent en empêchant le sol de se refroidir comme cela aurait lieu autrement. Le refroidissement du sol ne se manifeste ordinairement pas comme celui de l'air; en été, le minimum de température du sol peut être supérieur de 6-8° C. au minimum de l'air; en hiver il peut l'être de 3° C. et plus; d'autre part, le minimum de température du sol est atteint plus tôt en été qu'en hiver, respectivement à 7 h.45 et 10 h.30, là où, à l'air, le minimum est atteint à peu près à la même heure pendant toute l'année, savoir à 3 h.45.

Le maximum de température observé à 15 cm. de profondeur fut ordinairement, en été, d'environ 22° C.; bien qu'il ait atteint une fois 26°,5 C.; le minimum fut de 18° C. et il arriva à 21° C.; la température moyenne fut d'environ 20° C. Celle-ci ne présenta pas les rapports étroits offerts par le maximum de température relativement à la radiation et à l'insolation. Par contre, il y a un rapport assez net avec le taux d'humidité du sol, bien que les données ne soient pas étroitement parallèles; quoi qu'il en soit, le sol se réchauffe en se séchant et se refroidit en devenant humide. Le passage des températures d'hiver à celles d'été se produit soudain, et cela par suite du fait que le sol se sèche et que le rayonnement solaire augmente; au début de l'hiver, il y a également un refroidissement rapide du sol, dû probablement aux belles nuits d'octobre, durant lesquelles les pertes de chaleur par rayonnement du sol sont notables; mais les pluies, comme on l'a déjà dit, retardent ce processus.

Il en résulte donc que l' « edaphon », ou ensemble des êtres vivant dans le sol, jouit d'un climat plus favorable que les êtres vivant dans l'air; de plus, il s'y trouve dans des conditions de plus forte humidité, de sorte que, pendant l'été, la surface du sol présente des conditions semblables à celles d'un incubateur tenu à 20° C.

§ 4. — Zoologie

Un sous-ordre nouveau pour la faune française. — Mc Murrich, dans un travail récent[1], signale la présence, sur les côtes américaines, de ces curieux nauplius cuirassés auxquels Hansen [2] a donné le nom de « nauplius du Typus Y ». Les formes décrites par Hansen avaient été capturées dans l'Atlantique tropical par la *Plankton Expedition*; des types analogues ont été revus dans le golfe de Kiel par Apstein[3], puis par Lohmann[4]. Enfin Steuer, en 1903[5], décrivait une nouvelle espèce provenant de Trieste sous le nom de *Proteolepas Hanseni*. Au cours de deux missions biologiques sur les côtes Sud-Ouest de la Bretagne, nous avons eu personnellement l'occasion de récolter un nombre considérable de ces types anormaux : les uns appartiennent à l'espèce décrite par Steuer, les autres à une forme encore inédite, *Proteolepas brittanicus* nov. sp. Hansen considère ces larves comme des stades précypridiens de Cirripèdes apodes : une confirmation de cette hypothèse se trouve dans le fait que nous avons observé sur deux exemplaires de *P. brittanicus* des rudiments d'appendices cypridiens et d'yeux pairs. L'adulte est encore inconnu : peut-être est-il, comme le *P. bivincta* Darwin, parasite d'un Thoracique. Le fait remarquable que dans la plupart des cas les larves de *Proteolepas* ont été découvertes dans le voisinage des côtes (St-Vincent, Boavista, Fernando Noronha, Kiel, Trieste, Concarneau, etc.) semble indiquer que l'hôte est soit un Pédonculé sédentaire (*Pollicipes*, p. ex.), soit un Operculé (*Balanus*, *Verruca*, *Chtamalus*, etc.).

Th. Monod.

1. Notes on some Crustacean forms occuring in the plankton of Passamaquody-Bay. *Ottawa Trans. Roy. Soc.*, 1917.
2. *Erg. Plankt. Exp.*, Bd II : Cladoceren und Cirripedien, 1899.
3. Plankton in Nord und Ostsee auf den deutschen Termin fahrten. *Wiss. Meeresunters. Abt. Kiel*, t. IX, 1905.
4. Untersuchungen zur Feststellung des vollständigen Gehaltes des Meeres an Plankton. *Wiss. Meeresunt. Abt. Kiel*, t. X, 1908.
5. Uber zwei interessante Larvenformen aus dem Plankton der Triester Golf. *Zool. Anz.*, t. XVIII. — Uber eine neue Cirrepedienlarve aus dem Golf von Triest., *Arb. Inst. Wien*, t. XV (2).

LA DÉCOUVERTE DE LA PHYLLORHIZE

SES CONSÉQUENCES POUR LA MORPHOLOGIE ET LA BIOLOGIE DES PLANTES VASCULAIRES

Un événement scientifique qui a passé inaperçu et qui cependant marquera une ère nouvelle dans la Botanique vient de se produire. C'est la découverte de la véritable « constitution des plantes vasculaires révélée par leur ontogénie [1] », que publie après vingt-cinq années de recherches sur ce sujet capital M. Gustave Chauveaud.

Depuis trois siècles que les botanistes étudient l'organisation des plantes vasculaires, on pouvait penser que l'on connaissait au moins dans leurs grandes lignes comment se formaient leurs tiges, leurs racines, leur appareil conducteur.

Or, ainsi qu'on va le constater avec un étonnement profond, il n'en est rien. Cette partie la plus importante de la Morphologie classique des Cryptogames vasculaires, des Gymnospermes et des Angiospermes est bouleversée par un grand nombre de faits nouveaux incompatibles avec les anciennes doctrines.

I. — La méthode de la Morphologie dynamique

Encore une fois se vérifie l'opinion des plus illustres fondateurs de la Biologie générale, c'est que la question de méthode est primordiale lorsqu'il s'agit de mettre en évidence le véritable enchaînement des formes, dans l'individu comme dans les espèces, pour établir leurs relations et leur origine.

La méthode qui a été employée dans ce travail n'a pas été autre que celle de l'observation comparée dans le temps et dans l'espace, du développement de la plante à partir de l'œuf, afin d'assister progressivement à la formation de ses tissus, à la naissance de ses organes et à leur différenciation jusqu'à l'état adulte.

Cette méthode, que nous appelons la méthode de la Morphologie dynamique ou ontogénique, n'est pas nouvelle. Les plus fervents partisans de l'Evolution, Serres, Darwin, Haeckel, Kowalewsky, Giard, Delage, Edmond Perrier, l'avaient déjà appliquée avec succès en Zoologie dans leurs brillantes recherches d'Embryogénie.

Mais la plupart des botanistes n'ont pas suivi rigoureusement leur exemple. Les anatomistes, surtout, s'en sont tenus à la vieille méthode de la Morphologie statique purement descriptive.

Pour expliquer la structure d'une plante, ils se contentaient de l'étudier à l'état adulte, dans l'espace, dans la phase la plus favorable de son existence, parce qu'ils croyaient avoir sous les yeux, en partant de ses points végétatifs en voie de croissance, toutes les étapes de l'édification de ses tissus ou de ses organes.

Or la Morphologie dynamique est beaucoup plus exigeante.

Elle estime que les tissus en voie de croissance dans l'adulte ne présentent pas toutes les étapes de leur différenciation et de la formation des organes telles qu'elles se produisent dans l'embryon.

Pour connaître avec certitude le mode de formation du végétal, et par suite sa constitution, ce n'est pas un seul individu d'un certain âge qu'il faut examiner, mais de nombreux individus de la même espèce, d'âge différent, arrêtés méthodiquement aux divers stades de leur développement depuis l'œuf jusqu'à l'état adulte, afin de déterminer, par l'observation microscopique des coupes exécutées dans leurs parties comparables, la succession exacte des modifications que leurs tissus ont subies *dans l'espace et le temps*.

Cette méthode a imposé à M. Chauveaud un travail considérable. C'est ainsi qu'il a étudié l'ontogénie de plusieurs milliers d'espèces de plantes vasculaires appartenant aux familles les plus importantes. Si l'on songe que pour chaque espèce il lui a fallu observer des centaines de germinations d'âge divers, on reste confondu devant la grandeur de la tâche accomplie.

Avec une méthode aussi minutieuse, nous comprenons maintenant quelle peut être la valeur des résultats nouveaux que nous allons exposer.

II. — La phyllorhize, plantule élémentaire

Qu'est-ce qu'une plante vasculaire ?

Est-ce un individu ayant trois membres nettement définis : la racine, la tige, la feuille, ou une colonie d'individualités élémentaires fusionnées les unes dans les autres ? Voilà une question qui soulève d'ardentes controverses. Elle a déjà suscité de nombreuses théories, et sur elle règnent encore les opinions les plus contradictoires.

Pour la résoudre, M. Chauveaud s'est d'abord adressé aux Fougères, où il est facile d'étudier le développement de l'œuf.

1. Gustave Chauveaud : La constitution des plantes vasculaires révélée dans leur ontogénie. Payot et Cie, Paris, 1921.

Après avoir suivi la morphologie de nombreuses germinations à tous les stades de leur évolution, le savant anatomiste a découvert que la Fougère adulte était une sorte de colonie végétale constituée par l'association de plusieurs unités fondamentales. Cette unité est une plantule minuscule visible à l'œil nu. Elle possède deux parties distinctes : l'une verte, dirigée vers le ciel, ayant l'aspect d'une feuille rudimentaire à laquelle on a donné le nom de *phylle* (φυλλον, feuille), l'autre blanchâtre, s'enfonçant dans la terre, la *rhize* (ριζα, racine), sorte de racine primitive. L'ensemble est une *phyllo-rhize*. Dans cette plantule élémentaire, *il n'y a pas de tige*. Sur le pétiole de la phylle, appelé *caule*, sont situés deux bourrelets, l'un plus élevé, le *massif initial*, l'autre voisin de la rhize, le *pied*, qui était engagé dans le prothalle en voie de disparition (fig. 1, A, 1).

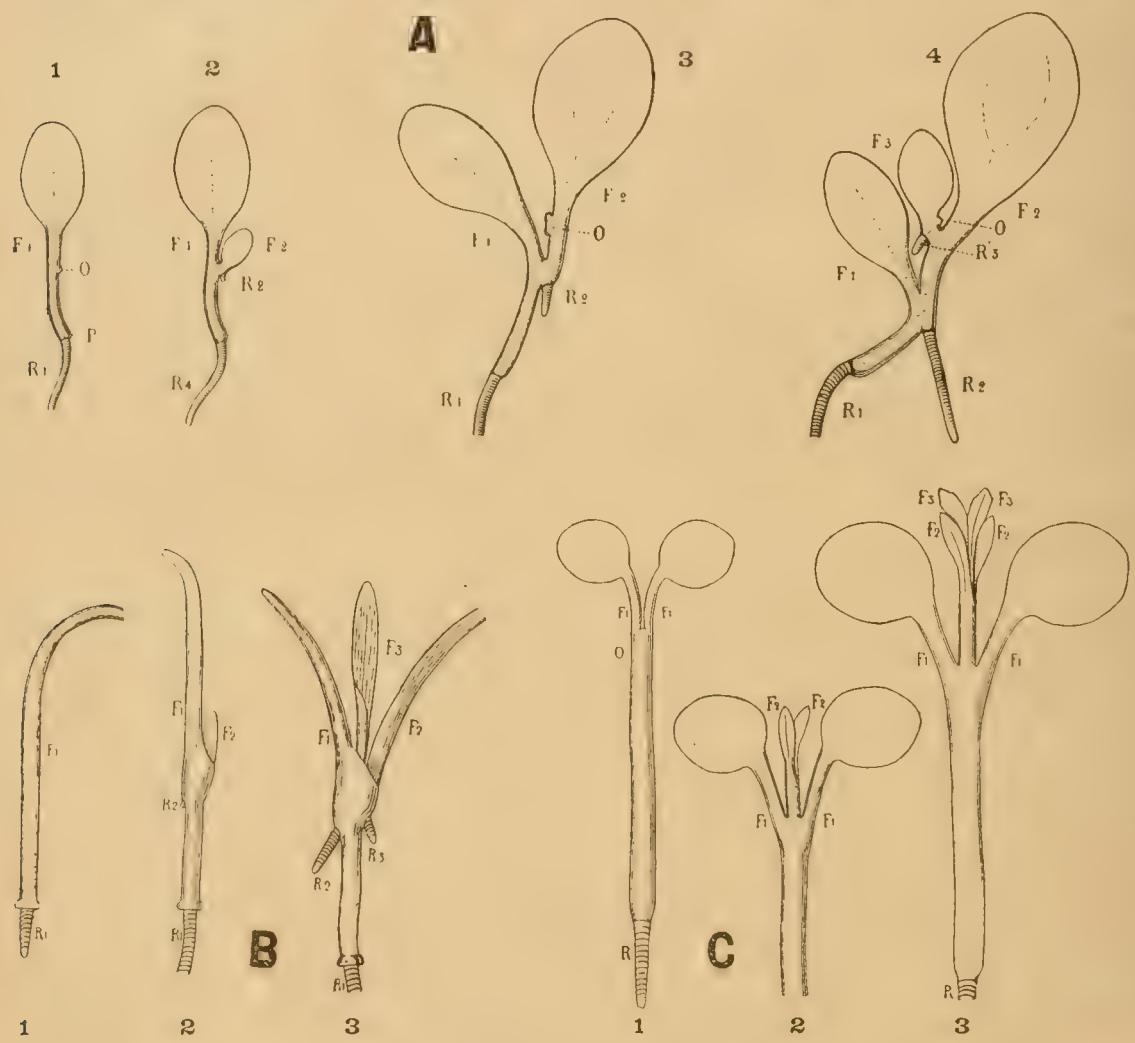


Fig. 1. — *Phyllorhizes* (d'après G. Chauveaud).

A, *d'une Fougère, le Ceratopteris thalictroïdes.* — Plante constituée d'abord par une, puis par deux, enfin par trois phyllorhizes. — F, phylle; R, rhize; O, massif initial; P, pied; OP, caule.
B, *d'une Monocotylédone, l'Alisma plantago.* — Plante formée d'une, de deux, de trois phyllorhizes.
C, *d'une Dicotylédone, l'Iberis umbellata.* — Plante ayant deux, puis quatre, enfin six phyllorhizes fusionnées par paires. — F, phylle; O, massif initial; R, racine.

§ 1. — Origine de la phyllorhize chez les Fougères

D'où vient cette plantule élémentaire et quelle sera sa destinée? Cette plantule élémentaire provient d'*une partie du méristème primitif issu de l'œuf*, et non, comme le décrivent tous les traités classiques, de la multiplication de quatre cellules primitives ou de la différenciation de quatre portions de l'ensemble du méristème, l'une produisant le pied, l'autre la tige, la troisième la feuille, la quatrième la racine.

En réalité, la phyllorhize a été engendrée par la multiplication de deux cellules initiales,

situées chacune à l'un des pôles de la masse globuleuse embryonnaire indifférenciée. L'initiale terminale du pôle supérieur a construit la phylle, l'initiale subterminale du pôle inférieur a donné la rhize. Aucune initiale pour le pied, aucune pour la tige qui n'existe pas. La rhize et la phylle croissant avec rapidité, ce qui reste du méristème embryonnaire forme le massif initial qui se trouve porté sur la partie latérale de la caule de la phylle.

Suivons maintenant le curieux travail qui s'opère dans ce massif. Nous voyons alors une nouvelle polarité se manifester. A sa partie supérieure apparaît une seconde cellule initiale, engendrant par ses rapides bipartitions une deuxième phylle, pendant qu'à la partie inférieure opposée une seconde cellule subterminale constitue par ses cloisonnements répétés les tissus d'une seconde rhize, si bien qu'au bout de quelque temps nous avons une jeune Fougère résultant de l'association de deux phyllorhizes soudées par leurs parties caulaires.

La deuxième phyllorhize porte à son tour sur sa caule la partie non différenciée du massif embryonnaire, dont une portion va encore refaire de la même manière une troisième phyllorhize.

Et ainsi de suite, toujours aux dépens d'une partie du méristème dérivé de l'œuf, l'autre étant réservée pour la prochaine phyllorhize, les phyllorhizes se forment les unes après les autres. En se soudant progressivement par leurs parties caulaires, elles édifient cet axe du végétal qu'on a appelé la tige (fig. 1, A, 1, 2, 3).

§ 2. — Les variations du développement de la phyllorhize

Mais ce développement, que l'on suit sur les sujets propices jusqu'à la quatrième et quelquefois cinquième phyllorhize, ne continue pas sa marche uniforme. Il subit des variations brusques et des variations progressives. Les variations brusques, très irrégulières, dont les causes sont mal connues, portent sur un arrêt de développement de l'une des parties de la phyllorhize. Ordinairement c'est un avortement de la rhize, plus rarement c'est la feuille qui est ainsi frappée. Par contre, les variations progressives, fait important, sont constantes. Elles décèlent un phénomène bien connu des zoologistes. Pendant l'ontogénie, il y a *une accélération et une condensation du développement.*

Les phyllorhizes apparues les dernières n'évoluent pas comme les premières. La formation typique est modifiée dans sa taille et dans sa différenciation plus rapide et plus accentuée.

Cette double modification aboutit à la production de feuilles fertiles très complexes, bien différentes et souvent des centaines de fois plus grandes que celles du début.

Tous ces faits nouveaux ont été réunis par M. Chauveaud sous forme d'une loi :

« *Durant les premiers stades du développement de la plante, la distance qui sépare dans le temps et dans l'espace deux phyllorhizes successives décroît pendant que leur taille et leur différenciation vont au contraire en croissant, d'où résultent la fusion progressive des caules et la formation d'un ensemble représentant la tige qui paraît acquérir une individualité de plus en plus complète.* »

Un autre fait intéressant est à signaler : c'est que, sous l'influence de l'accélération et de la condensation du développement, le massif embryonnaire initial qui engendre les phyllorhizes et qui est devenu le bourgeon latéral sur la caule, après la naissance d'un certain nombre de phyllorhizes de plus en plus rapprochées, se *transforme graduellement en un bourgeon terminal intérieur* qui leur paraît commun, caractère qu'il conservera jusqu'à la fin du développement de la plante.

Voilà ce que les auteurs classiques, ignorant les étapes du développement, ont pris pour le sommet de la tige chez les Fougères, en lui attribuant une croissance terminale lorsqu'il ne s'agit que d'un méristème phyllorhizogène.

§ 3. — La phyllorhize chez les Monocotylédones

L'esprit éveillé par cette découverte chez les Fougères, M. Chauveaud se mit à rechercher si un pareil mode de formation ne se rencontrerait pas chez les autres plantes vasculaires. Ses recherches ne furent pas infructueuses. Les Monocotylédones aquatiques et terrestres lui fournirent de magnifiques exemples de phyllorhizes. Qu'il me suffise de citer ici le cas de l'*Alisma plantago*, le Plantain d'eau.

Quand nous suivons le développement de l'œuf de cette plante, nous voyons que le massif embryonnaire indifférencié qu'il produit donne au début une première phylle, non plus aplatie en lame, mais arrondie, avec une rhize très grêle ; la base phyllaire, la caule, représente l'ancien hypocotyle des auteurs. A la face interne de la caule, comme pour la Fougère, une partie du massif initial engendre une autre phylle et une autre rhize, dont l'ensemble constitue une seconde phyllorhize. Bientôt après, à la face interne (fig. 1, B) de la deuxième caule, aux dépens d'une portion dérivée du massif embryonnaire, toujours par le travail de deux sortes de

cellules initiales, l'une terminale, l'autre subterminale, une troisième phyllorhize apparaît. Mais à partir de ce moment il arrive des perturbations embryogéniques.

La rhize, troublée par l'accélération et la condensation du développement, n'accompagne plus régulièrement la formation des phyllorhizes qui se différencient de plus en plus; nous retombons dans la loi de croissance des Fougères adultes.

D'après ces faits, les Monocotylédones leur sont comparables. C'est aussi par adjonction de phyllorhizes successives plus rapprochées et plus évoluées dans l'espace et le temps qu'elles constituent leur corps.

§ 4. — La phyllorhize chez les Dicotylédones

Chez les Dicotylédones, le problème paraît plus difficile.

De prime abord, on ne voit pas comment on pourrait y déterminer une unité morphologique. Et cependant, en étudiant avec soin le développement de la plante, en tenant compte des modifications dues à une accélération embryogénique plus accentuée, M. Chauveaud a réussi à reconnaître l'existence des phyllorhizes.

Mais la condensation de l'ontogénie est telle que, dans le méristème primitif issu de l'œuf, les deux premières phyllorhizes s'organisent simultanément dans l'espace et le temps en demeurant coalescentes. Leurs deux phylles libres sont les deux cotylédons; leurs deux caules fusionnées constituent la tige; leurs deux rhizes associées forment la racine, pendant que leurs deux mamelons latéraux, provenant de ce qui reste du méristème indifférencié, se soudent à la base des deux phylles pour constituer le massif initial terminal phyllorhizogène (fig. 1, C).

En effet, une partie de ce massif initial, au bout de quelques heures, engendre simultanément deux nouvelles phyllorhizes, tandis que l'autre partie, reportée plus haut entre les deux nouvelles phylles, redevient un nouveau massif initial.

Et ainsi de suite pour la production de toutes les autres paires de phyllorhizes. C'est ce que nous montre l'examen des différents stades de la croissance de la plantule de l'*Iberis* (fig. 1, C).

Mais toutes ces nouvelles phyllorhizes ne produiront plus de racine; elles se serviront de celle des deux premières phyllorhizes.

Car ici se manifestent encore l'accélération et la condensation embryogéniques, par l'apparition hâtive de phyllorhizes de plus en plus évoluées et par le rapprochement de leur niveau d'insertion. Les phyllorhizes naissantes sont alors disposées autour du massif initial terminal selon des spires très serrées.

Pour les Gymnospermes, le mode de formation simultanée de plus de deux phyllorhizes primitives et le mode de croissance des autres phyllorhizes sont analogues; il n'y a pas lieu d'y insister.

C'est ainsi qu'en s'appuyant sur leur morphologie dynamique externe, il est déjà intéressant de constater qu'en remontant des Cryptogames vasculaires aux Phanérogames les plus élevées en organisation, la constitution de leur corps est la même. *Partout nous avons trouvé une colonie végétale, formée de phyllorhizes de plus en plus évoluées dans l'espace et le temps, engendrées par la multiplication et la différenciation successive d'un méristème fondamental issu de l'œuf.*

III. — Le système vasculaire de la phyllorhize

Mais cette conception si séduisante de la plante colonie bourgeonnante de phyllorhizes, basée sur sa morphologie dynamique externe, ne serait-elle qu'une illusion, qu'une interprétation originale de la succession des formes extérieures?

C'est ce que nous allons vérifier par l'étude de sa morphologie dynamique interne, en examinant la partie la plus importante de la plante, son système vasculaire.

En effet, si la phyllorhize répond à une unité morphologique fondamentale réelle, pour satisfaire ses besoins particuliers, elle doit avoir un système vasculaire qui lui est personnel. Or que nous montre l'étude microscopique de sa vascularisation?

§ 1. — Système vasculaire de la phyllorhize des Cryptogames et des Monocotylédones

En se servant d'une technique particulière qui lui a permis de voir apparaître dans leur ordre naturel les éléments conducteurs, voici ce que M. Chauveaud a constaté dans les phyllorhizes des Cryptogames vasculaires et des Monocotylédones.

La première phyllorhize (figure 2, A) présente dans son axe un cordon vasculaire unique médian partant de l'extrémité de la phylle, traversant la caule pour se rendre à l'extrémité de la rhize. Bien qu'on puisse distinguer dans ce cordon vasculaire une partie foliaire, une partie caulaire et une partie radiculaire, son unité, sa continuité sont incontestables. Il appartient bien à la phyllorhize. D'ailleurs, aussitôt que la seconde phyllorhize naît, on voit s'y développer un second système vasculaire identique au premier. Puis un fait nouveau est survenu. Entre les deux systèmes vasculaires élémentaires,

s'établit dans la région commune des caules un faisceau vasculaire intermédiaire, le faisceau intercaulaire. Pour les autres phyllorhizes qui se succéderont, la même organisation vasculaire se produira et se raccordera. Les Monocotylédones, avec quelques variantes concernant les faisceaux intercaulaires, ont un processus analogue, ce que les figures schématiques indiquent (fig. 2 B).

tylédone est constitué par l'ensemble de tous les systèmes vasculaires élémentaires de ses phyllorhizes.

§ 2. — Le système vasculaire de la phyllorhize chez les Dicotylédones

En est-il de même chez les plantules des Dicotylédones et des Gymnospermes, où l'ontogénie

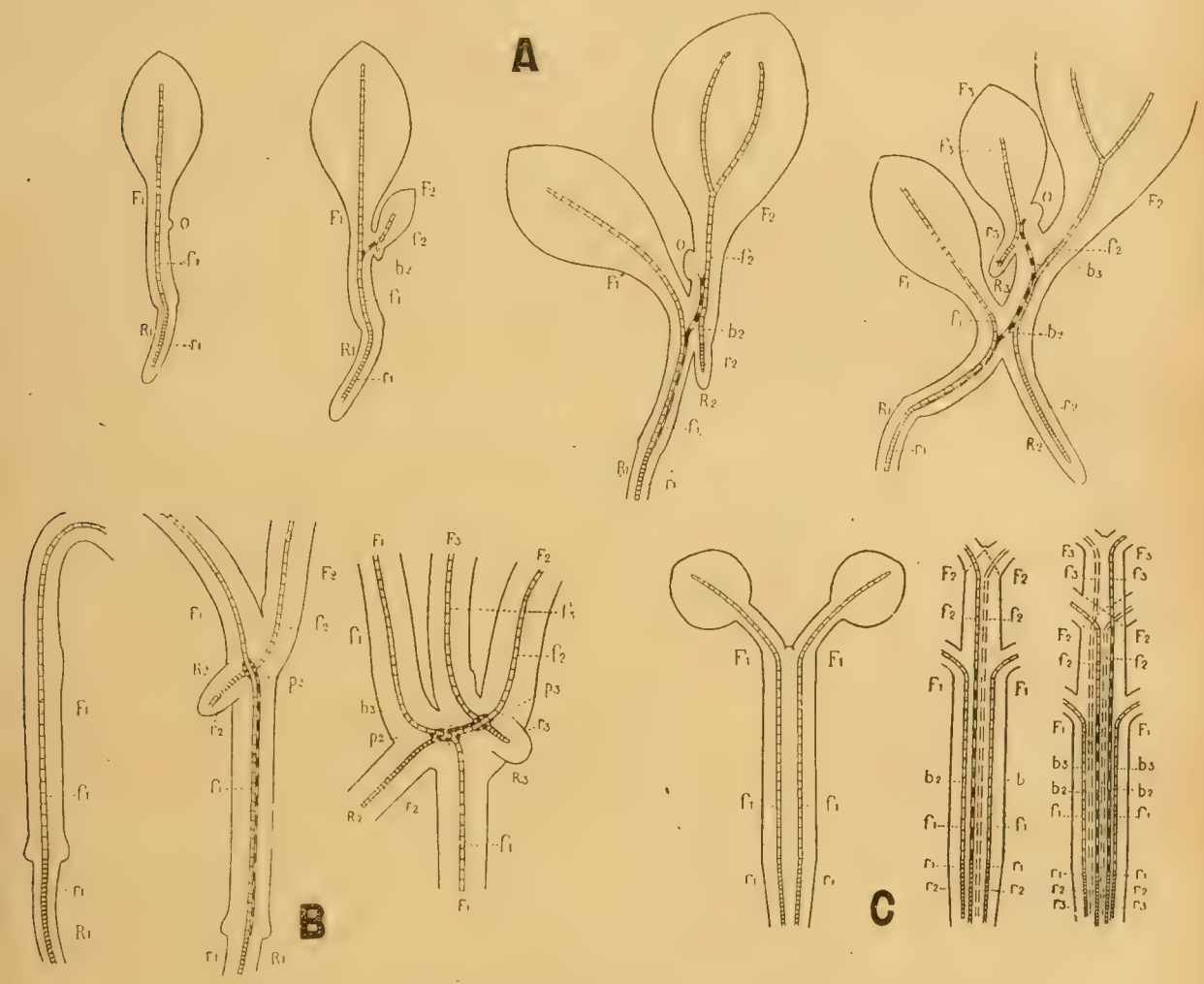


Fig. 2. — *Système vasculaire des phyllorhizes* (d'après G. Chauveaud).

A, chez la Fougère ; B, chez la Monocotylédone ; C, chez la Dicotylédone, pour les espèces précitées.

Les traits espacés représentent les parties foliaire et caulaire du cordon vasculaire ; les traits rapprochés, la partie radiculaire ; les bandes noires équidistantes le faisceau intercalaire.

En A et en B, les systèmes vasculaires élémentaires des phyllorhizes sont réunis entre eux par des faisceaux intercaulaires. — En C, chaque phyllorhize a un cordon vasculaire qui descend jusque dans la racine ; on peut y distinguer également des parties foliaire, caulaire, intercaulaire et radiculaire.

Les phyllorhizes devenant plus évoluées à mesure qu'elles se succèdent dans le temps et dans l'espace, leurs cordons vasculaires se compliqueront, suivront cette progression. Il y aura donc parallélisme complet entre la morphologie dynamique externe de la phyllorhize et sa morphologie dynamique interne.

En définitive, le système vasculaire général d'une Cryptogame vasculaire ou d'une Monoco-

est déjà si condensée ? La conception si audacieuse de l'union simultanée de deux phyllorhizes primitives, caule à caule et rhize à rhize, qu'aurait produit en même temps une partie du méristème primitif de l'œuf, ne serait-elle qu'une ingénieuse hypothèse ? Prenons comme exemple une jeune plantule de Crucifère, l'*Iberis*. Faisons des coupes dans sa racine, dans sa tige, dans ses cotylédons. Examinons-les au micro-

scope. Nous constaterons alors avec surprise qu'il y a deux systèmes vasculaires indépendants, qui au début ont la même structure de bas en haut. Chaque système part de la racine et se rend dans un cotylédon. La plante est donc double, elle est partagée en deux plantules élémentaires ayant chacune sa phylle, sa caule et sa rhize (fig. 2 C).

Cette dualité de la plantule des Dicotylédones devient un fait incontestable, si l'on s'arrête un instant pour regarder le système vasculaire de ces curieuses plantules d'Ombellifère qu'a découvertes M. Chauveaud. Dans ce cas particulièrement suggestif, qui n'est pas pathologique, chaque moitié de la plantule, depuis l'extrémité de la racine jusque dans son cotylédon, possède un cylindre central, avec son endoderme. Dans son embryon, il y a donc eu deux initiales subterminales de rhize, comme il y a eu deux initiales terminales de phylle. Les cylindres centraux ne s'étant pas encore fusionnés, il n'y a plus de doute possible pour l'existence des deux phyllorhizes primitives qui constituent cette plantule.

Maintenant, en dehors de ces deux premières phyllorhizes, comment vont se comporter toutes celles qui apparaîtront dans la suite ? En raison de l'accélération du développement, aucune ne donnera de rhize. Elles seront donc forcées de se servir de la racine commune, engendrée par la fusion des deux rhizes primitives.

A cet effet, chaque nouvelle phyllorhize émet un nouveau cordon vasculaire qui se prolonge dans le corps de la plante. D'après le trajet parcouru, le cordon présente une portion caulaire, une partie longue intercaulaire traversant successivement toutes les caules des premières phyllorhizes pour se continuer dans la racine par une partie radiculaire. Dans ces conditions, le système vasculaire général de la tige et de la racine sera formé par tous les systèmes vasculaires élémentaires de chaque phyllorhize. Mais une difficulté surgit.

Très rapidement, les systèmes vasculaires engendrés par les premières phyllorhizes remplissent le cylindre central trop petit de la tige et de la racine. Presque toutes les cellules du parenchyme de la moelle s'étant transformées en vaisseaux, il n'y aura plus de place pour les nouveaux venus.

C'est alors qu'il se produit un événement qui aura un retentissement considérable sur la vie de la plante. Les dernières cellules périphériques de la moelle, placées entre les massifs libériens et les derniers vaisseaux du bois, deviennent cellules génératrices susceptibles d'engendrer, par leur cloisonnement dans le sens radial, les nouveaux éléments conducteurs nécessaires aux nouvelles phyllorhizes.

Ces éléments seront si serrés qu'ils formeront chaque année un anneau continu, dans lequel il sera difficile de distinguer ce qui appartient à chaque cordon phyllorhizaire.

A ce moment, le végétal, muni de son assise génératrice circulaire, aura la précieuse propriété de s'accroître indéfiniment en épaisseur.

C'est ainsi que se constituent les géants du Règne végétal, ces arbres magnifiques, dont quelques-uns, comme les Eucalyptus d'Australie, les Sequoia de la Californie, ont cent mètres de hauteur sur dix de diamètre. Leurs troncs énormes ne sont que la résultante de l'agglomération progressive des innombrables cordons vasculaires qu'ont produits, à travers les siècles, la vie de leurs centaines de millions de phyllorhizes !

IV. — L'UNITÉ DE L'APPAREIL CONDUCTEUR

L'appareil conducteur de la phyllorhize ne comprend pas seulement un système vasculaire, le bois, mais un système de tubes criblés, le liber, dont la disposition par rapport au premier est variable. Comme ces deux systèmes ont tendance à se rapprocher l'un de l'autre dans la phylle, et qu'en surplus chaque appareil conducteur, quand il y a deux phyllorhizes primitives et simultanées, se dirige l'un vers l'autre, jusqu'à ce que leur liber et leur bois se fusionnent dans la racine, M. Chauveaud a appelé cet appareil conducteur le *convergent*.

§1. — Le convergent des Cryptogames vasculaires

Le convergent dans les Cryptogames vasculaires présente trois dispositions : la disposition *centrique*, où le faisceau du bois est au centre du cercle des tubes criblés ; la disposition *excentrique*, où le faisceau du bois s'écarte du centre ; la disposition *alterne*, où le faisceau du bois est placé entre deux faisceaux criblés (fig. 3 A).

Chez les Fougères, la disposition centrique débute dans la phylle, devient excentrique dans la caule, puis alterne dans la rhize. Mais pour les phyllorhizes plus évoluées, c'est la disposition alterne qui est représentée.

La convergence commence à se manifester lorsque les deux faisceaux criblés de la rhize en montant dans la feuille vont s'unir en une seule masse libérienne, comme dans la première phylle du Polypode. Il arrive aussi, lorsque la disposition alterne est établie, s'il y a deux faisceaux du bois, que ces deux faisceaux convergent au centre l'un vers l'autre. C'est ce que l'on voit dans les rhizes de la plupart des Cryptogames où il y

a deux convergents. Les plus primitives, celles des Isoètes, des Sélaginelles, des Lycopodes, n'en ont qu'un seul.

§ 2. — Le convergent chez les Phanérogames et son évolution

Le convergent chez les Phanérogames nous offre trois dispositions : la disposition alterne, la disposition intermédiaire, et la disposition superposée (fig. 3 B, 1, 2, 3).

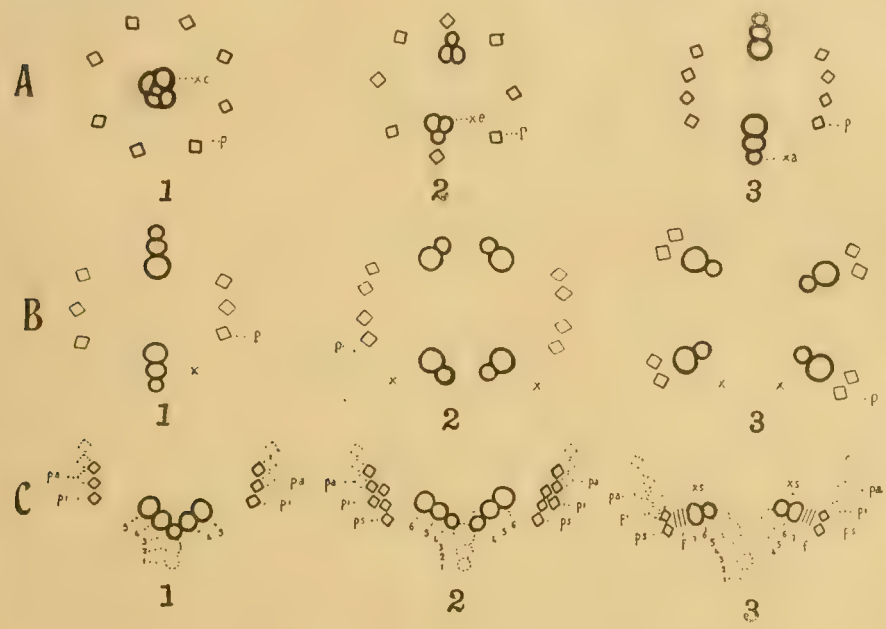


Fig. 3. — *Disposition de l'appareil conducteur* (d'après G. Chauveaud).

A, *Dans les Cryptogames vasculaires.* — 1, disposition centrique ; 2, excentrique ; 3, alterne ; les carrés sont des tubes criblés ; les ronds des vaisseaux du bois.

B, *Dans les Phanérogames.* — 1, disposition alterne ; 2, intermédiaire ; 3, superposée. Chaque disposition représente un stade de l'évolution du convergent.

C, *L'évolution vasculaire et son accélération basifuge.* — Dans la racine, les vaisseaux des trois dispositions de l'évolution vasculaire sont représentés. Quand on monte dans la tige, l'accélération basifuge supprime les vaisseaux alternes (1), puis intermédiaires (2, 3), pendant que les vaisseaux superposés apparaissent avec l'assise génératrice. Le convergent dans la tige âgée ne conservera que les vaisseaux superposés du dernier stade de son évolution. Les éléments conducteurs qui sont supprimés sont en pointillé.

Dans la première, les vaisseaux du bois à différenciation centripète se trouvent entre deux groupes de tubes criblés. Dans la seconde, les vaisseaux du bois ne sont ni centripètes, ni centrifuges ; le sens de leur différenciation est intermédaire, c'est-à-dire tangentiel. Dans la troisième disposition, les vaisseaux du bois à différenciation centrifuge se superposent au liber, et, aussitôt l'assise génératrice formée, cette disposition continuera pendant toute la vie de la plante.

Ce qu'il y a de plus remarquable dans ces trois dispositions, c'est qu'elles ne sont pas trois types différents de structure ; elles correspondent à trois stades de l'évolution du convergent, qui se succèdent dans le même ordre dans l'espace et le temps.

Cette évolution suit si régulièrement cette marche, que M. Chauveaud, qui l'a découverte et vérifiée sur plusieurs milliers d'espèces, n'a jamais trouvé d'exemple où cet ordre ait été renversé. Après les vaisseaux du bois centripète, s'ajoutent toujours les vaisseaux intermédiaires, puis les vaisseaux superposés [1].

Dans les deux premières phyllorhizes des Dicotylédones et des Gymnospermes, lorsque le développement embryonnaire n'est pas trop condensé, chaque convergent, depuis l'extrémité de la racine jusque dans la phylle, présente la succession des trois stades de son évolution vasculaire. On a au début la disposition alterne à bois centripète, c'est-à-dire la structure vasculaire de la racine, dans la tige et dans la feuille, ce qui est contraire à toutes les théories classiques concernant ces deux organes.

§ 3. — L'accélération basifuge dans l'évolution du convergent

Mais ordinairement lorsque l'on monte de la racine vers le sommet de la phylle, toutes les productions des stades de cette évolution ne coexistent plus, et le cycle est incomplet pour les portions du convergent. Dans cette partie de l'appareil conducteur, on ne constate que la disposition superposée à bois centrifuge de la dernière phase. Que s'est-il donc passé ? Y aurait-il une anomalie ? Nullement. Il s'est produit un phénomène d'une importance capitale, comparable à celui de la tachygenèse dans le développement embryonnaire des animaux : c'est le phénomène de l'accélération basifuge du développement du convergent, que seule la méthode de morphologie dynamique pouvait mettre en évidence.

Cette accélération basifuge se manifeste par une suppression des éléments conducteurs caulaires et phyllaires

1. CHAUVEAUD (Gustave) : L'appareil conducteur des plantes vasculaires et les phases principales de son évolution. *Ann. des Sc. Nat., Bot.*, IXe série, tome XIII

anciens et par une apparition plus hâtive des éléments conducteurs nouveaux à mesure que l'on s'éloigne de la base de la caule (fig. 3, C. 1, 2, 3).

Quand le développement des deux premières phyllorhizes n'est pas trop condensé, au moment où les vaisseaux superposés au liber se forment, rien de plus curieux que d'assister à la disparition par cytolyse des éléments des dispositions alterne et intermédiaire, encore présents. Les anciens auteurs, qui croyaient que les vaisseaux du bois une fois formés ne disparaissaient plus, prenaient ces phénomènes pour des accidents de préparation !

Il arrive alors un moment où, dans la phylle et dans la caule, il n'y aura que les éléments conducteurs de la troisième phase de l'évolution donnant la disposition superposée.

Lorsque le développement est très raccourci, ce qui se constate dans beaucoup de Phanérogames, l'accélération basifuge est encore plus accentuée. Dans la caule et dans la feuille, les vaisseaux alternes et les vaisseaux intermédiaires ne se produisent plus. Les cloisonnements secondaires de l'assise génératrice apparaissent avec une grande précocité ; les premiers éléments différenciés sont toujours superposés.

Cette disposition superposée précoce des deux premières phyllorhizes va se trouver réalisée dans toutes les parties foliaires et caulaires des convergents des autres phyllorhizes, où l'accélération basifuge sera encore plus forte.

§ 4. — Les conséquences de l'accélération basifuge

La découverte de l'évolution vasculaire du convergent et de son accélération basifuge a une portée considérable. Elle renverse tous les travaux d'anatomie où elle a été méconnue.

En effet, elle montre que les dispositions vasculaires que les anciens auteurs décrivaient comme primitives au même degré pour chaque membre de la plante adulte, ne le sont pas. *Les formations dites primaires dans les trois membres de la plante adulte n'ont rien de comparable.*

Celles de la feuille et de la tige ne sont en réalité que la dernière disposition superposée à bois centrifuge du troisième stade de l'évolution vasculaire. Les termes de protoxylème et de métaxylème dans la tige et dans la feuille des plantes actuelles doivent disparaître. D'autre part, en raison de ces faits, on comprend pourquoi s'effondrent toutes les théories du passage du système vasculaire de la racine à celui de la tige et *vice versa*. On ne peut plus dire que le faisceau vasculaire centripète de la racine se dédouble en demi-faisceaux qui subissent une rotation autour d'un pôle ligneux en montant dans la tige pour constituer deux nouveaux faisceaux centrifuges superposés au liber, puisqu'il s'agit de dispositions vasculaires qui, dans la racine et dans la tige, n'ont rien de commun, ni par leur origine, ni par leur âge, ni par leur structure.

Ainsi que je l'avais démontré en 1913 pour la plantule du Lupin[1], qui sert encore d'exemple classique pour affirmer le contraire, tant la vérité a du mal à percer, *il n'y a jamais eu de pôles ligneux, de dédoublement de faisceau ni de rotation.* Comme l'avait bien vu M. Chauveaud depuis vingt ans sur beaucoup d'autres espèces de Phanérogames, toutes ces interprétations sont fausses. C'est une illusion due à l'observation de l'état adulte non éclairée par l'examen des dispositions vasculaires successives pendant les premières phases de la germination.

Dans les deux phyllorhizes primitives d'une plantule à évolution peu condensée, comme nous l'indiquions précédemment pour l'*Iberis*, *il n'y a pas de passage du système vasculaire de la racine à celui de la tige.* Le convergent est le même pour chaque phyllorhize lorsqu'il se trouve au premier stade de son évolution vasculaire.

Ce n'est que plus tard, lorsque les vaisseaux du stade alterne et du stade intermédiaire ont disparu par accélération basifuge (fig. 3, C, 2 et 3), qu'il semble y avoir deux structures différentes, celle de la racine et celle de la tige, dont on doit trouver le passage au collet où se sont maintenues toutes les productions vasculaires des trois stades de son évolution : bois centripète alterne, bois intermédiaire et bois centrifuge superposé.

Cela est si vrai que dans les plantes fossiles vasculaires les plus anciennes, où l'évolution de leur convergent n'a pas été frappée par la tachygenèse, il est impossible de trouver une démarcation dans leur cylindre central entre la racine et la tige; le bois centripète alterne dans tous les membres de la plante coexiste avec le bois intermédiaire et le bois centrifuge.

V. — Nouvelles définitions des parties de la plante

La constitution phyllorhizaire du végétal, où sa morphologie dynamique externe est en si parfaite harmonie avec sa morphologie dynamique interne, entraîne beaucoup de modifications dans notre manière de concevoir la racine, la tige et la feuille. Pour chaque membre de la plante, elle nous impose une définition nouvelle.

1. Paul BECQUEREL : L'ontogénie vasculaire du Lupin, ses conséquences pour certaines théories de l'anatomie classique *Comptes rendus de l'Acad. des Sciences*, 1913.

§ 1. — Nouvelle définition de la racine

La racine n'est plus ce membre à symétrie axile ayant une structure particulière, figurée par des faisceaux du bois centripète alternant avec du liber. C'est une fusion de rhizes de deux ou de plusieurs phyllorhizes primitives, simultanées, qui a la faculté de s'accroître indéfiniment et de remplacer toutes les rhizes des nouvelles phyllorhizes.

Définie ainsi, elle est l'*organe radiculaire d'une colonie, d'un ensemble de phyllorhizes.*

Par contre, ce que l'on décrivait comme racine dans les Cryptogames vasculaires et les Monocotylédones n'est qu'une rhize, c'est-à-dire une partie de phyllorhize. Comme la rhize correspond à une phylle ou à une portion de phylle, *elle est l'organe radiculaire d'une phyllorhize.*

§ 2. — Nouvelle définition de la feuille

La feuille n'est pas un appendice de la tige, à symétrie bilatérale, dont les vaisseaux ligneux centrifuges sont toujours superposés aux tubes criblés, puisqu'elle peut appartenir par sa caule à une rhize avant qu'il y ait formation de la tige, et avoir, au début de son développement, un faisceau ligneux centripète commun avec la rhize.

D'après son ontogénie, la feuille *est la partie terminale de la phylle dont la caule est libre ou coalescente.*

Entre la feuille et la caule, il y a une grande variation dans leur développement respectif. Tantôt c'est la feuille qui prendra la prépondérance, comme dans les Fougères et les Monocotylédones ; tantôt c'est la caule qui l'emporte, telles les Lycopodinées, les Equisétinées, les Gymnospermes, les Dicotylédones.

Entre les plantes macrophylles du premier groupe et les plantes microphylles du second, il y a toutes les transitions que suit le développement de leur appareil conducteur.

§ 3. — Nouvelle définition de la tige

La tige n'est pas un membre autonome à symétrie axile dont les faisceaux ligneux sont toujours superposés au liber, dont l'existence est absolument nécessaire pour porter la feuille et l'unir à la racine, puisque la plantule la plus primitive, la phyllorhize, en est dépourvue.

En effet, on ne peut pas appeler tige la base de la phylle, la caule qui porte ce qui reste du méristème embryonnaire. La tige n'*apparaît que lorsqu'il y a fusion de deux caules*, et à partir de ce moment nous assistons à son édification.

Sa définition précise : *c'est l'ensemble des caules coalescentes de toutes les phyllorhizes.*

Elle n'a pas de croissance terminale, mais une croissance intercalaire en longueur et en épaisseur, qui est le résultat de la croissance des caules.

La croissance terminale qu'on lui attribue encore faussement n'est que celle des phyllorhizes naissant aux dépens du méristème fondamental de l'axe terminal du bourgeon, méristème qui est dérivé du méristème embryonnaire de l'œuf, ainsi que le prouve l'ontogénie.

Ce méristème terminal devrait porter le nom de méristème phyllorhizogène.

Le mode d'agencement des caules au fur et à mesure de leur formation produit deux catégories de tiges.

Dans la première, l'épaississement progressif est minimum à la base de la tige, ce qui lui donne la forme d'un cône renversé la pointe en bas, la base en l'air : ce sont les tiges des Fougères et des Monocotylédones.

Dans la seconde, l'épaississement progressif est maximum à la base, le tronc forme un cône droit la pointe en l'air. Ce sont les tiges des Gymnospermes et des Dicotylédones.

La raison en est pour ces dernières dans la condensation beaucoup plus accentuée du développement et dans la présence d'une racine unique à croissance indéfinie, permettant au collet la réception de tous les convergents de l'ensemble des phyllorhizes. Le nombre des convergents diminuant à mesure que l'on s'élève vers le sommet, le diamètre du tronc décroît à l'extrémité des rameaux, il se réduit à celui des phyllorhizes récemment apparues.

VI. — Les théories classiques de la constitution de la plante

Devant ces nouveaux faits qui modifient les définitions anciennes de la feuille, de la tige et de la racine, que deviennent les anciennes théories de la constitution de la plante ? Nous serons très bref. Les théories caulinaires de la stèle de Van Tieghem, du divergent de Bertrand, du strobile de Bower, qui cherchent à expliquer, par la tige, l'origine des feuilles et des racines, s'écroulent, parce qu'elles donnent à la tige une individualité, une autonomie que les faits nouveaux contredisent. Ne sont pas plus heureuses, les théories foliaires du phyllome de Delpino, de l'article de Celakowsky, du péricaulome de Potonié, du mériphyte de Lignier ; car, si elles rendent compte en partie de la formation de la tige, elles se heurtent à un obstacle qu'elles n'ont pu tourner, l'origine de la racine et son raccordement

avec la tige. D'autre part, les théories phytonnaires de Gaudichaud et de Gaston Bonnier, basées sur des descriptions anatomiques erronées, ne résistent pas non plus à l'examen.

Le défaut capital de toutes ces théories explicatives du végétal, c'est d'avoir méconnu les diverses étapes du développement de la plante depuis l'œuf jusqu'à l'état adulte.

Pour comprendre l'organisation des plantes vasculaires, il n'est pas besoin de faire des théories ; il n'y a qu'à connaître leur morphologie dynamique, qu'à observer les faits qui nous montrent comment elles se forment, phyllorhize par phyllorhize de plus en plus évoluées.

VII. — L'ONTOGÉNIE ET LA PHYLOGÉNIE DES PLANTES VASCULAIRES

Les conséquences biologiques qui résultent de la découverte de l'ontogénie de la phyllorhize sont encore plus importantes.

Comme la phylogénie est parallèle à l'ontogénie, il y a lieu de se demander si la loi biogénétique de Serres s'applique dans la circonstance.

C'est ce qui arrive pour l'appareil conducteur, principalement chez les Phanérogames.

Le convergent des premières phyllorhizes, lorsque leur développement n'est pas troublé par

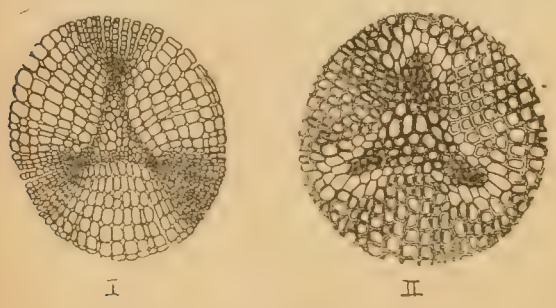


Fig. 4. — *Composition d'une tige fossile et d'une tige actuelle très jeune.*

I. *Sphenophyllum plurifoliatum du Carbonifère* (d'après Scott). — Coupe dans une tige fossile montrant que les trois stades de l'évolution vasculaire de ses trois convergents primitifs ont été conservés. Leur bois centripète alterne forme au centre un triangle.

II. *Cryptomeria japonica* (d'après G. Chauveaud). — Coupe dans une tige actuelle très jeune montrant que vers sa base l'évolution vasculaire a reproduit exactement les stades de l'évolution vasculaire de la plante fossile. Les trois convergents primitifs avec le bois centripète de leur stade alterne ont aussi formé un triangle.

l'accélération, reproduit pendant son évolution les différents stades par lesquels sont passés les appareils conducteurs des phyllorhizes des plantes ancestrales. Que l'on compare ces deux coupes (fig. 4), l'une dans une tige fossile de *Sphenophyllum*, qui a quelques millions de siècles d'existence, dont l'espèce est éteinte, l'autre dans une tige actuelle très jeune de *Cryptomeria* ! On sera frappé de voir avec quelle fidélité l'ontogénie vasculaire de la plante récente a reproduit les stades de l'évolution vasculaire de la plante ancienne.

A la lumière de cette loi, qui projette une lueur singulière dans la nuit épaisse environnant l'origine des plantes vasculaires, M. Chauveaud a prévu la découverte des Ptéridospermées et le changement de place des Gymnospermes dans les anciens tableaux phylogénétiques deux ans [1] avant la découverte des paléobotanistes [2].

Les Phanérogames étaient donc bien plus anciennes qu'on le supposait. Il est fort possible qu'on en retrouve des représentants fossiles dès la base du Silurien avant que les Fougères aient pris un grand développement.

D'un autre côté, en se basant sur l'ontogénie particulière des phyllorhizes, il faudra séparer les Monocotylédones des Dicotylédones et des Gymnospermes. En effet, les Monocotylédones sont les seules Phanérogames qui possèdent une rhize et non une véritable racine qui résulte d'une fusion de rhizes.

Ce caractère fondamental, ignoré jusqu'à ce jour des classificateurs, rapproche les Monocotylédones des Cryptogames vasculaires qui ont une rhize. Encore un fait nouveau qui va changer l'orientation des recherches sur l'origine des Monocotylédones et des Dicotylédones, car si l'évolution procède du simple au complexe, il sera bien difficile de faire descendre les plantes à rhizes des plantes à racines.

Devant de pareils résultats, susceptibles de renouveler l'étude de l'évolution du Règne végétal, on reste émerveillé.

Désormais une nouvelle morphologie des plantes vasculaires est née. C'est leur Morphologie dynamique intégrale. La découverte de la phyllorhize, de son système vasculaire élémentaire, et de son degré d'évolution selon son ordre d'apparition dans la constitution du végétal, nous sera un guide précieux.

Elle nous permettra non seulement de suivre dans le présent l'origine et le développement des formes végétales les plus complexes, mais encore de prévoir dans le passé quel a été leur mystérieux enchaînement.

Paul Becquerel,

Docteur ès Sciences, Lauréat de l'Institut,
Chargé d'enseignement pratique de Botanique
à la Sorbonne.

1. CHAUVEAUD : Les tubes criblés précurseurs. *C. R. Acad. Sc.*, 1902.

2. KIDSTON ROBERT : On the fructification of Neuropteris heterophylla. *Phil. trans. Roy. Societ. of London*, série 8, 1904.

REVUE DE GÉOGRAPHIE ÉCONOMIQUE

LES NOUVEAUX ÉTATS DE L'EUROPE

PREMIÈRE PARTIE

I. — Les principes du partage

Quatre principes ont guidé les diplomates dans le tracé des frontières des nouveaux Etats. Opération difficile entre toutes que de fixer des forces mobiles et de partager des enchevêtrements inextricables sans provoquer de justes réclamations, sans constituer des organismes qui ne soient pas viables, sans préparer de belliqueuses revanches.

Le premier principe appliqué est le droit de libre disposition des peuples. Mais le plébiscite, au moyen duquel il s'exerce, est un instrument qui n'a souvent que l'apparence de la justice, partout où il peut être l'objet d'une pression de la part d'un des Etats intéressés. On l'a bien vu dans le Slesvig méridional, en Prusse orientale, en Haute-Silésie, comme on le verra sûrement en territoire sarrois, dans une douzaine d'années. Les diplomates ont bien fait d'en restreindre l'application, mais les nationalités russes s'en sont servies spontanément.

Il a été fait beaucoup plus usage des raisons historiques, reposant sur la continuité des groupements nationaux. « Depuis que l'Europe Centrale s'est peuplée et civilisée, écrivent MM. Brunhes et Vallaux, la répartition des principaux groupes de peuples n'a subi que peu de changements. Et il est d'autant plus légitime d'invoquer, comme principe directeur, le droit historique, que les Sociétés politiques de l'Europe du Centre et de l'Est sont composées, dans leur immense majorité, de paysans fixés au sol. Les Sociétés paysannes ont, plus que toutes les autres, le sens et le besoin de la continuité qui s'affirme chez elles, même parmi les individus et les groupes déracinés [1]. » Ce sont des raisons historiques qui justifiaient la résurrection de la Bohême, de la Pologne et de l'Arménie, l'extension de la Roumanie, de la Serbie, de la Grèce et de l'Italie.

L'application des deux principes précédents fournissait, en quelque sorte, le substratum des nouveaux Etats, leur base d'existence. Mais pour les rendre viables et forts, capables de résistance, au besoin, envers leurs anciens maîtres, restés leurs voisins, il fallait les armer au double point de vue stratégique et économique. C'était encore là une tâche difficile que de ne pas exagérer les extensions territoriales, résultant de ces nécessités vitales, et qui se trouvaient souvent en conflit avec le droit de libre disposition ou le droit historique. L'Autriche a protesté, non sans motif, contre l'absorption par l'Italie des populations allemandes du haut Adige, en raison de considérations stratégiques. Le partage du Banat hongrois, entre la Roumanie et la Serbie, a été particulièrement difficile, non seulement par l'enchevêtrement ethnique, mais aussi parce que les intérêts économiques de la Roumanie s'y heurtaient aux intérêts stratégiques de la Serbie pour la protection de sa capitale. Ce morcellement politique, auquel certains reprochent d'avoir « balkanisé » l'Europe Centrale et Orientale, n'est pas sans inconvénients au point de vue économique ; il nécessitera des accords qui arriveront à reconstituer des blocs économiques correspondant territorialement aux grands Etats disparus. C'est, d'ailleurs, en partie, pour pallier à ces inconvénients que le nouveau statut de l'Europe a fait revivre le principe de l'internationalisation des fleuves qui, comme le Rhin, l'Oder, la Vistule, le Danube, traversent plusieurs Etats, — qu'il a frappé de servitudes de transit certaines voies ferrées, reliant à la mer les Etats intérieurs qui n'y ont pas accès.

II. — L'Autriche [1]

L'ancienne monarchie d'Autriche-Hongrie, « petite Europe » dans la grande, avait une superficie de 676.000 km² avec une population de 51 millions d'habitants. Le nouvel Etat n'a plus que 83.000 km² et 6 millions et demi d'habitants, dont 30 % sont concentrés dans la capitale, située à moins de 40 km. de la frontière. C'est essentiellement un pays de montagnes et même, pour les 3/5 de sa superficie, de hautes montagnes constituées par les Alpes orientales.

1. J. Brunhes et C. Vallaux : *La Géographie de l'Histoire*. Géographie de la paix et de la guerre sur terre et sur mer. 1 vol. in-8, avec 36 cartes ou digrammes. F. Alcan, éditeur, Paris, 1921.

1. Marcel Dunan : *L'Autriche*. 1 vol. in-8, avec deux cartes hors texte. F. Rieder et Cie, éditeurs, Paris, 1921. — E. de Martonne : Le traité de Saint-Germain et le démembrement de l'Autriche. *Annales de Géographie*, 15 janvier 1920. — J. E. Pichon : *Le recensement des populations en Autriche-Hongrie*, Travaux du Comité d'études. II. Questions européennes. In-4, Paris, Imprimerie nationale, 1919.

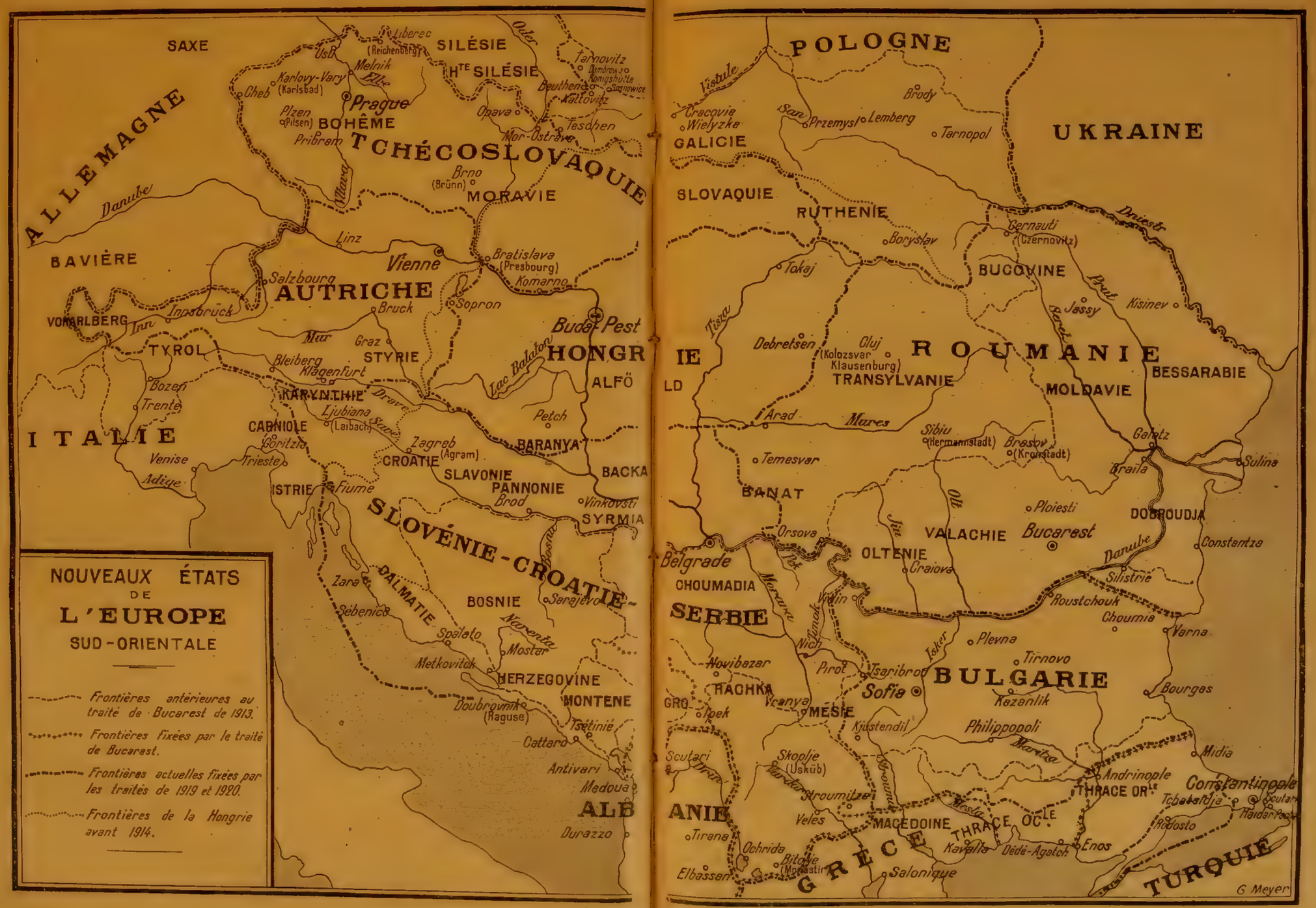


Fig. 1. — Carte des nouveaux États de l'Europe sud-orientale.

On peut distinguer trois régions naturelles orientées d'Ouest en Est : au Nord, le rebord du plateau bohémien ; au Centre, les petites plaines danubiennes ; au Sud, les massifs alpestres.

La frontière Nord maintient à peu près l'ancienne limite administrative qui séparait la Basse-Autriche de la Bohême et de la Moravie. A l'Est, l'Autriche reçoit une bande de territoire hongrois où domine l'élément allemand : c'est le Burgenland. La frontière avec la Suisse n'a pas été modifiée, mais la frontière méridionale a été reportée sensiblement vers le Nord. La Yougoslavie a hérité du pays slovène qui s'étend sur la Carniole et sur une partie de la Carinthie et de la Styrie. La frontière italienne a été reculée de 150 km. jusqu'au Brenner ; elle suit, en grande partie, la ligne de partage des eaux pour obéir aux nécessités stratégiques invoquées par l'Italie, mais qui ont l'inconvénient d'englober 223.000 Allemands.

Par sa situation intérieure, par son relief, on peut rapprocher l'Autriche de la Suisse, dont elle est le prolongement naturel avec une population et une superficie sensiblement doubles, une composition ethnique beaucoup plus homogène, puisque les éléments non allemands ne dépassent pas 10 %, dont 6 °/₀ d'Israélites.

« Tout notre avenir est aux mains des agriculteurs », déclarait le 27 janvier 1921 le président de la République, le Dr Hainisch. C'est dire justement que le nouvel État doit s'efforcer d'augmenter sa production agricole en vue de réduire ses énormes importations de matières alimentaires. Ses récoltes de céréales ne couvrent que 30 % de sa consommation et toutes les cultures n'occupent actuellement que le quart de la superficie. Il a perdu avec le Tyrol méridional ses meilleurs vergers, et avec la Bohême la plus grande partie de ses champs de betteraves et de ses houblonnières. La vigne peut donner encore un million d'hectolitres ; le lin et le chanvre fournissent quelques milliers de quintaux. L'Autriche est bien plus favorisée au point de vue de l'élevage ; on compte plus de 2 millions d'hectares de prairies et de pâturages, mais le cheptel a été très réduit par la guerre et il serait nécessaire d'introduire, dans un milieu semblable, les méthodes suisses d'économie alpine.

L'Autriche ne possède aucun bassin houiller important ; le lignite même est de qualité inférieure ; de telle sorte qu'elle doit importer les quatre cinquièmes du charbon et la totalité du coke dont elle a besoin. Par contre, elle est exceptionnellement favorisée en houille blanche, mais 200.000 chevaux seulement sont aménagés, soit le dixième à peine des réserves totales d'énergie. De plus, elle possède en Styrie un des meilleurs minerais de fer de l'Europe ; ces gisements fournissent une production annuelle de 2 millions de tonnes, que l'on pourrait augmenter facilement. C'est également en Styrie que se trouvent les riches exploitations de magnésite, qui s'expédie dans tous les pays industriels. Les autres richesses minérales sont moins importantes : le mercure, à Idria, le cuivre, le plomb, le zinc ; cependant, le sel et le graphite fournissent aussi à l'exportation des quantités appréciables.

La perte de la Bohême a réduit dans une proportion moyenne des trois quarts l'ensemble des industries autrichiennes. La métallurgie est restée la plus importante, concentrée, en grande partie, entre les mains d'une grande société financière, qui possède également les gisements de minerai. La construction mécanique est représentée par de nombreuses usines dont les produits sont appréciés. Les industries textiles ont été parmi les plus atteintes ; il reste 20 °/₀ des filatures de coton, 10 °/₀ des tissages ; l'industrie lainière compte quelques filatures, mais aucun tissage important ; la confection et la préparation des fourrures se sont maintenues en grande partie comme étant centralisées à Vienne. Il en est de même des industries du bois, et, notamment, de la fabrication des meubles, favorisées par l'étendue des forêts qui couvrent 38 °/₀ de la superficie totale. L'Autriche a conservé également les deux tiers des papeteries, et cette branche industrielle est capable d'alimenter une exportation considérable. L'industrie du cuir est aussi une spécialité célèbre de Vienne. Quant aux branches agricoles, et notamment la sucrerie et la brasserie, elles ne sont plus représentées que par un tout petit nombre d'établissements.

L'Autriche ne dispose plus que de 6.326 km. de voies ferrées sur un total de 22.280 ; de plus, les nouvelles frontières ont été tracées en englobant au profit des Etats voisins les gares importantes et les croisements de lignes. Il a bien fallu établir des servitudes de transit au profit des Etats intérieurs, mais elles n'empêchent pas les complications du passage d'un État dans un autre. De Prague à Trieste, par Vienne, la ligne forme quatre tronçons successifs, tchécoslovaque, autrichien, yougoslave et italien, ayant chacun leur tarif propre, exprimé dans sa monnaie et en langue différente.

Coupée de la mer, l'Autriche ne possède qu'une seule voie d'eau importante, le Danube, avec les deux ports de Vienne et celui de Linz. Son important outillage de transport fluvial, qui représentait 600.000 tonnes, 157 bateaux à vapeur et à moteur et 983 chalands, se trouve fortement

réduit dans une proportion qui n'est pas encore définitive.

L'Autriche, pas plus que ses voisins, ne peut se passer d'une politique d'entente et d'accords en matière de douanes et de transports pour parer à ce morcellement antinaturel, qui finirait par compromettre gravement la vie économique de tous les pays danubiens.

III. — La Hongrie[1]

Le traité de Trianon, du 4 juin 1920, a réduit le nouvel Etat de 325.000 à 91.000 km², et sa population, de 22 millions d'habitants à 7 millions et demi. La Hongrie perd tout accès à la mer. La nouvelle frontière est presque toute conventionnelle, à l'inverse de l'ancienne; elle est inspirée du principe des nationalités, ainsi que des intérêts stratégiques et économiques. Le nouveau territoire est en très grande partie magyar, mais il laisse en dehors deux millions de Hongrois, englobés en Tchécoslovaquie et en Roumanie. Les conditions ethnographiques sont telles qu'il a été impossible, comme en Autriche et plus encore, de faire coïncider la frontière politique avec la frontière ethnique.

Etat essentiellement agricole, qui fournissait à l'Autriche une bonne partie de son déficit alimentaire, la Hongrie d'avant-guerre devenait de plus en plus industrielle, en vue de se rendre économiquement indépendante de son associée et de développer ses villes, instrument efficace de magyarisation. Par sa position excentrique vis-à-vis des nouvelles frontières et par sa croissance démesurée et anormale, Buda-Pest ressemble encore plus aujourd'hui à Vienne; c'est aussi le grand centre commercial et financier, avec la même importance particulière de l'élément israélite, mais c'est davantage une grande cité industrielle. Les autres villes sont en grande majorité agricoles ou demi-agricoles.

L'économie rurale hongroise reste basée sur les céréales et l'élevage. D'après M. L. Eisenmann, le nouvel Etat ne produira que 39,7 °/₀ de ses récoltes antérieures de blé, 62,4 °/₀ en seigle, 46,9 °/₀ en orge; il devient encore plus déficitaire en avoine (29,1 °/₀) et en maïs (26,9 °/₀), mais il bénéficie d'un excédent en betteraves à sucre et en pommes de terre. Ses vignobles représentent encore 62,4 °/₀. Nomade, venu des steppes de l'Asie Centrale, ce peuple de pasteurs avait gardé une prédilection pour l'élevage, et la grande plaine de l'Alföld s'y prêtait bien, mais dans cette branche agricole la Hongrie est encore largement amputée; elle ne conserve que 31,6 °/₀ de gros bétail, 25,8 °/₀ de moutons, 44,4 °/₀ de porcs et 39,7 °/₀ de chevaux. Dans ce pays aussi, la réforme agraire, en supprimant les grands domaines des magnats, permettra d'accroître les rendements.

Parmi ses richesses naturelles, la Hongrie ne conserve que 17 °/₀ de ses forêts, elle perd ses réserves d'énergie hydraulique et de gaz naturels (estimées à 500 milliards de m³); il lui reste toutefois la majorité de ses gisements de houille (mines du Pecs) et les lignites du Tatra; sa production d'avant-guerre en combustibles s'élevait à 10 millions de tonnes. Ses régions les plus industrielles, malencontreusement situées à la périphérie, lui ont été enlevées: la métallurgie, localisée près du minerai de fer, au nord et au sud-est, dans les bassins de Gemer, Hunyad et du Banat; les salines de Marmures et de Transylvanie; les industries textiles, plus disséminées, mais qui dominaient aussi sur le pourtour. La Hongrie ne conserve que le cinquième de ses minerais de fer, les deux cinquièmes de la grosse métallurgie, le quart des filatures et tissages de coton, la moitié des manufactures de lin et de chanvre et seulement le dixième de celles de laine. Les branches les moins atteintes sont la construction mécanique, concentrée surtout à Buda-Pest, et les industries agricoles: tanneries, minoteries, distilleries, sucreries, réunies souvent à l'exploitation rurale des grands domaines.

Au point de vue des transports, la Hongrie se trouve placée dans les mêmes conditions que l'Autriche; ses chemins de fer souffrent des mêmes inconvénients; elle a perdu son accès à la mer, au port de Fiume qu'elle avait outillé pour son usage, et n'obtient en compensation que des servitudes de transit. Elle conserve le Danube, dont sa capitale restera un des ports les plus importants. Et, là encore, il faut répéter que la Hongrie ne vivra qu'en bon accord avec tous ses nouveaux voisins, en adoptant leur régime social et en abandonnant l'orientation politique et les arrière-pensées de restauration monarchique qu'elle a conservées jusqu'ici.

IV. — La Tchécoslovaquie[1]

Les Tchécoslovaques, placés en avant-garde dans le milieu de civilisation occidentale, sont,

1. L. Eisenmann : La nouvelle Hongrie. *Annales de Géographie*, 15 septembre 1920. — Id. : Le problème hongrois. *Revue politique et parlementaire*, février 1920. — René Gonnard : *La Hongrie au XXe siècle*. 1 vol. in-16, A. Colin, 1908. — R. Recouly : *Le pays magyar*. 1 vol. in-16, F. Alcan, 1903.

1. E. de Martonne : L'Etat tchécoslovaque. *Annales de Géographie*, 15 mai 1920. — A. Fichelle : Les débouchés maritimes de la Tchécoslovaquie. *Id.*, 15 juillet 1921. — V. Dedecek : *La Tchécoslovaquie et les Tchécoslovaques*. 1 vol. in-16, avec une carte hors texte. Editions Bossard,

pour cette raison, les plus évolués des Slaves. Le nouvel Etat est formé de la Bohême, la Moravie et la Silésie, enlevées à l'Autriche, et de la Slovaquie et de la Ruthénie subcarpathique, qui dépendaient de la Hongrie. Sa superficie est d'environ 137.000 km², le quart de la France, avec 13 millions et demi d'habitants. Ce territoire, très accidenté, à forme allongée, s'étend, en s'effilant, de la Bavière à la Roumanie; il est la résultante de l'expansion germanique et de l'invasion magyare, qui ont refoulé les Slaves vers les régions montagneuses. A ce premier inconvénient stratégique de frontières trop étendues s'ajoutent encore la position intérieure du nouvel Etat, entouré de voisins hostiles, et sa composition ethnique qui comprend deux cinquièmes d'étrangers. Les plus nombreux sont les Allemands (deux millions et demi), localisés principalement sur la périphérie de la Bohême, dans les districts industriels. Les Hongrois viennent ensuite comme importance, puis les Ruthènes, les Juifs, les Polonais.

Ces inconvénients sont compensés en partie par un ensemble de régions aux ressources variées et par la présence de populations actives, industrieuses et instruites. Tandis que la vie agricole domine dans toute la Slovaquie et la plus grande partie de la Moravie, le travail industriel l'emporte dans le nord et le centre de la Bohême. Cette dernière province était la pièce de choix de l'ancienne marqueterie austro-hongroise par son agriculture riche et spécialisée, et par ses industries d'exportation, d'une technique très avancée.

La Tchécoslovaquie produisait avant guerre à peu près sa consommation de céréales; le seigle prédomine avec l'orge et l'avoine; le blé est réservé aux régions les plus fertiles. La vigne est peu répandue, mais on trouve partout des vergers où dominent le prunier (la moitié du total), le poirier, le pommier, le cerisier; une grande quantité de fruits s'exportent, d'autres sont transformés en conserves, confitures ou eau-de-vie. Deux cultures industrielles sont particulièrement prospères : la betterave à sucre, localisée surtout en Bohême et en Moravie, qui a pris depuis trente ans une extension considérable, et le houblon, planté à peu près dans les mêmes régions. L'élevage occupe une place importante dans l'économie rurale, et principalement celui des bêtes à cornes, qui donne lieu à une industrie fromagère. La réforme agraire de 1919 a réduit les grandes propriétés à un maximum de 150 hectares.

Les richesses minérales sont nombreuses. La houille se rencontre en Bohême, en Moravie, en Silésie; avec le charbon de Teschen qui se prête le mieux aux besoins métallurgiques, la Tchécoslovaquie pourra disposer annuellement de 12 à 15 millions de tonnes de combustible minéral, auquel s'ajoutent au moins 20 à 25 millions de tonnes de lignites. Le pétrole est reconnu en Slovaquie et l'on peut compter aussi sur d'importantes réserves de forces hydrauliques dans les affluents de l'Elbe et les torrents des Carpates. Parmi les métaux, on exploite les minerais d'or (300 à 400 kg. de métal), d'argent, d'antimoine, d'étain, de zinc, de plomb. Les mines de pechblende de Jachymov (Joachymsthal) appartiennent à l'Etat; le minerai extrait annuellement correspond à 3 grammes de radium; la Tchécoslovaquie posséderait près du tiers des réserves mondiales de ce métal. Le minerai de fer se rencontre en Bohême et en Moravie; sa production, qui dépasse un million et demi de tonnes, ne suffit pas aux besoins nationaux. On extrait encore le sel et l'asphalte, monopoles de l'Etat, le soufre, le graphite, le kaolin.

L'industrie tchécoslovaque est remarquablement développée. Par rapport à l'ensemble de l'Autriche-Hongrie, sa production représentait 60 % de la métallurgie, 100 % de la porcelaine, 92 % de la verrerie, autant du sucre, 75 % du coton, 80 % de la laine, 75 % des produits chimiques, 57 % de la bière, 70 % du cuir, 90 % de la ganterie, etc. La Bohême était par excellence la région industrielle de l'ancien royaume. La métallurgie s'est installée vers le minerai; elle alimente d'importantes usines de construction mécanique à Plzen (établissements Skoda), Prague, Brno (Brünn), Ostrava, qui fabriquent du matériel de chemin de fer, des machines agricoles, des automobiles, etc. L'industrie chimique prépare les produits les plus variés : engrais, acides, sels divers, etc. Les filatures et tissages, qui emploient surtout le coton et la laine, sont localisés principalement sur le pourtour montagneux de la Bohême; Reichenberg est le centre cotonnier le plus actif, avec Brno pour la laine. Deux des industries les plus anciennes sont très importantes : la céramique, qui emploie les riches gisements de kaolin des environs de Plzen, et la verrerie, qui comptait 60.000 ouvriers et dont les usines de Gablonz, Jablonec, Prague, Trnova écoulent leur verroterie d'ornement dans tous les pays du monde. Industries d'exportation

Paris, 1919. — L. Eisenmann : *La Tchécoslovaquie*. 1. vol. in-8, Rieder et Cie, 1921. — *La République tchécoslovaque*. Aperçu de la vie intellectuelle, politique, économique et sociale, rédigé sous la direction de MM. O. Butter et B. Ruml. 1 vol. in-8, Prague, 1921. — J. E. Pichon : *Les frontières de l'Etat tchécoslovaque*. Travaux du Comité d'études. II. Op. cit.

encore la cordonnerie, la ganterie, la chapellerie de feutre et les fabriques de fez, les industries si variées du bois, produisant la cellulose, les papiers et cartons, la laine et la pâte de bois, et enfin presque toutes les industries agricoles, et particulièrement la sucrerie, qui date de la fin du XVIIIe siècle, la brasserie (de Plzen) et la malterie, la distillerie, la minoterie, la charcuterie de Prague, les fabriques de succédanés du café, etc.

Cette nécessité d'une exportation considérable et, en même temps, de l'importation de nombreuses matières premières pour les industries métallurgiques, chimiques et textiles exige des conditions de transports terrestres d'autant plus favorables que la Tchécoslovaquie n'a pas d'accès à la mer. C'est pourquoi les Traités de paix lui ont garanti la liberté du transit sur les voies ferrées qui la relient à Trieste et à Hambourg, et, dans ce dernier port, la possession à bail pendant 99 ans de docks et entrepôts, avec l'outillage qui les dessert.

Des deux grandes voies fluviales qui desservent la Tchécoslovaquie, la plus utile est celle de l'Elbe-Vltava, longue de 777 km. entre Prague et Hambourg. Elle nécessiterait, toutefois, un approfondissement entre la frontière allemande et le confluent de la Saale, ce qui n'empêche son trafic d'être déjà plus grand qu'avant guerre. La seconde, c'est le Danube, qui fait frontière sur 161 km., et c'est en vue de mieux profiter des facilités de ce fleuve internationalisé par le Traité de Versailles, que la Tchécoslovaquie va aménager le port de Bratislava dont elle veut faire le principal entrepôt de l'Europe centrale et une des escales principales de la grande voie fluviale qui ira de la mer du Nord à la mer Noire, par le Rhin et le Danube.

V. — La Yougoslavie [1]

La Yougoslavie, officiellement dénommée Royaume des Serbes, Croates et Slovènes, groupe une population de près de 13 millions d'habitants sur un territoire de 248.250 km². Elle a réuni les deux royaumes indépendants de Serbie et de Monténégro à la Croatie-Slavonie, à la Dalmatie, à la Bosnie-Herzégovine, à une partie de la Baranja, de la Backa et du Banat hongrois, de la Styrie, de la Carniole et de la Carinthie autrichiennes, avec quelques rectifications en terre bulgare. C'est un Etat bien groupé, aux frontières inégales, au point de vue de la défense, et qui a le grand avantage de posséder moins de populations allogènes que les autres Etats balkaniques et danubiens, l'Autriche excepté, soit 12 % au maximum. Les deux principaux groupes étrangers sont les Roumains du Banat et de la vallée du Timok, et les Turcs et Albanais dans la région de la Vieille-Serbie, auxquels on peut ajouter quelques milliers d'Allemands, de Hongrois et d'Italiens. Les 10.000 Italiens de Dalmatie sont bien peu à côté des 500.000 Croates et Slovènes annexés par l'Italie.

Les richesses naturelles du nouvel Etat sont assez variées pour lui permettre de se suffire. Trois régions très différentes le composent : à l'Ouest, la région montagneuse des Alpes dinariques ; à l'Est, la longue dépression où coulent en sens inverse la Morava et le Vardar ; enfin, au Nord, le riche bassin pannonique sillonné par le Danube, la Save et la Drave.

L'agriculture occupe 80 à 90 % de la population ; la petite propriété domine, surtout en Serbie, ce qui explique pourquoi les Yougoslaves émigrent peu. La zadrouga, sorte de propriété familiale, survivance de la vie en tribu et du régime patriarcal, est en voie de disparition en Croatie-Slavonie, et, d'un autre côté, les grands domaines constitués en Bosnie-Herzégovine, à la suite de la conquête turque, vont être morcelés par la réforme agraire en préparation. L'économie rurale repose sur la culture des céréales, de la pomme de terre et sur l'élevage. Le maïs domine et forme la base de l'alimentation populaire avec le chou, la fève et les produits de la prune, confiture et eau-de-vie. La vigne est répandue en Dalmatie, Herzégovine et dans le bassin pannonique ; l'olivier se rencontre en Dalmatie. Parmi les plantes industrielles, on cultive la betterave à sucre, le houblon, le chanvre, le lin, le tabac, et la sériciculture tend aussi à se développer. Le bétail était avant la guerre un important article d'exportation, le porc principalement.

L'industrie de transformation est encore peu évoluée, mais la variété des richesses minières est capable d'en assurer le développement. La houille du bassin du Timok, de Croatie, du pays slovène fournit près de 2 millions de tonnes ; les lignites, un million et demi de tonnes, quantités bien suffisantes pour les besoins actuels, mais qui pourront être facilement augmentées.

1. Y. Chataigneau : La Yougoslavie. *Annales de Géographie*, 15 mars 1921. — Frano Cvitisa : *Les problèmes nationaux de l'Autriche-Hongrie. Les Yougoslaves.* 1 vol. in-16, avec deux cartes hors texte. Bossard, éditeur, Paris, 1918. — Aug. Gauvain : *La question yougoslave.* 1 vol. in-16. Bossard, éditeur, Paris, 1918. — René Gonnard : *Entre Drave et Save.* 1 vol. in 16 Larose, éditeur, Paris, 1911. — E. Haumant : *La question adriatique au point de vue des Yougoslaves. La frontière septentrionale de l'Etat yougoslave.* — E. de Martonne : *Conditions physiques et économiques de la question adriatique.* Travaux du Comité d'études. II. Op. cit.

Le pétrole se rencontre entre Brod et Maribor ; les réserves de forces hydrauliques sont importantes dans les Alpes dinariques. Le minerai de fer est abondant dans le Timok, près de Zagreb et en pays slovène ; c'est le minerai de cuivre qui est le plus exploité, dans les mines de Bor, de la région du Timok, où l'on trouve encore de l'or. Les autres minerais métalliques relevés sont le plomb, le zinc, l'antimoine, le mercure, le manganèse, le chrome (près de Skoplje), la bauxite, abondante en Carniole.

L'industrie métallurgique comprend quelques hauts fourneaux à Varès, Zenica, Zagreb, près de Llubljana, et des ateliers de construction mécanique, dont les plus importants sont en Croatie. L'industrie chimique n'est encore qu'à ses débuts ; elle fabrique du carbure de calcium à Sebenik, des parfums, de la cellulose. Les forêts, qui couvrent 35 °/o de la superficie totale principalement dans la région montagneuse, renferment d'abondantes réserves, capables d'alimenter des industries variées et de fournir à l'exportation. Les industries textiles sont les plus répandues, mais elles sont, en général, à un stade technique peu avancé; elles emploient surtout le lin et le chanvré; le coton prend de l'extension en Serbie, et on fabrique des tapis en Bosnie et à Pirot. Les industries agricoles sont représentées par les sucreries, les brasseries, la fabrication des conserves alimentaires ; c'est en Croatie qu'elles sont les plus nombreuses.

Les routes sont encore insuffisantes et, dans la région montagneuse, les moyens de transport sont toujours des plus primitifs. Jusqu'en 1904, les voies ferrées étaient réduites aux deux grandes artères sur Salonique et sur Constantinople ; depuis, tout un réseau à voie étroite a été commencé, notamment en vue de relier l'intérieur à la côte adriatique. La navigation fluviale est importante sur le Danube, la Save et la Drave. Deux projets, de tracés différents, ont été étudiés pour la jonction du Danube à l'Adriatique, et un autre se rapporte à la liaison du Danube à la mer Egée, par les vallées de la Morava et du Vardar.

La Yougoslavie reste en partie un Etat continental, en raison des difficultés d'accès au rivage qui lui a été concédé. Les ports naturels ont été attribués à ses voisins : Trieste et Fiume, qui sont les débouchés naturels du riche bassin pannonique, et Salonique, qui est le seul accès de toute la dépression Morava-Vardar. Ces trois ports, d'ailleurs, ne vivront que par le trafic yougoslave si l'Italie et la Grèce savent l'attirer par des concessions et des franchises.

VI. — L'Albanie [1]

L'importance de l'Albanie lui vient de sa position géographique. Allongée en façade sur l'Adriatique, elle barre à une partie de la Serbie l'accès à cette mer, et elle possède dans le port de Valona une sorte de Gibraltar, anse profonde et bien abritée dont la situation, sur le canal d'Otrante, en fait la clef de l'Adriatique. Et ceci

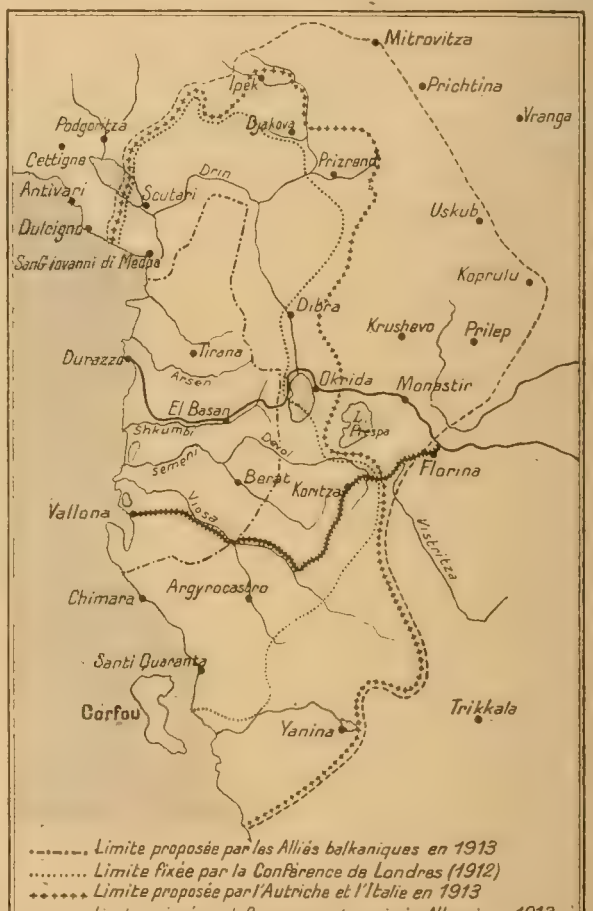


Fig. 2. — *L'Albanie.*

explique l'intérêt que les Italiens ont toujours porté à ce port. L'indépendance de l'Albanie remonte à 1912, au moment de sa libération de la Turquie ; elle a été confirmée et reconnue par la Société des Nations.

Le chiffre de la population est encore mal connu. M. J. Bourcart, qui a parcouru ce pays

1. J. Bourcart : *L'Albanie et les Albanais.* 1 vol. in-16, avec 19 photographies et une carte hors texte. Editions Bossard, Paris, 1921. — G. P. Scriven : The Awakening of Albania. *The Geographical Review*, août 1919. — J. Brunhes : *Indépendance politique et limites possibles de l'Albanie.* Travaux du Comité d'études. II. Op. cit.

pendant la guerre, l'évalue à un million et demi. Les Albanais, issus des anciens Pélasges ou Illyriens, forment une des races les moins mélangées de l'Europe ; le nombre des étrangers ne dépasserait pas 50.000. La géographie en fournit l'explication : tout l'intérieur du pays est occupé par un nœud compliqué de montagnes qui, presque partout, dépassent 2.000 mètres, de telle sorte que les invasions ont laissé bien peu de traces dans ce pays où le conquérant n'a jamais pu établir de garnisons que dans quelques forteresses. L'unité ethnique et linguistique n'existe pas moins que l'unité géographique, de telle sorte qu'il est équitable de considérer l'Albanie comme une véritable nationalité, ayant droit à l'indépendance. Les difficultés commencent avec la délimitation des frontières du côté de la Serbie et de la Grèce, où l'élément albanais est mélangé avec ses voisins ; elles restent encore aujourd'hui en discussion.

L'Albanie est avant tout un grand pays forestier encore à peine exploité, surtout dans la haute région ; le maquis du Sud fournit déjà à la teinture et à la tannerie le sumac et la vallonée. C'est ensuite un pays agricole qui cultive le maïs, l'avoine, le blé, l'orge, et le riz dans les bassins humides, mais si toutes les surfaces cultivables de la montagne sont à peu près utilisées, grâce souvent à des prodiges d'ingéniosité, il n'en est pas de même de la plaine, où les neuf dixièmes des terres sont encore à drainer et à assainir. Le tabac est cultivé à Elbasan et à Scutari, la vigne sur le versant oriental, ainsi que la plupart des arbres fruitiers, tandis que les espèces méditerranéennes : olivier, figuier, oranger sont répandues du côté de l'Adriatique. On pourrait introduire la sériciculture et probablement le cotonnier dans les plaines littorales. L'élevage, et principalement celui du mouton, est une des ressources principales.

Les richesses minières sont encore mal connues, elles apparaissent déjà très variées. Comme métaux, on signale le cuivre, le mercure, le chrome, le manganèse ; des gisements importants de lignite peuvent fournir de combustible toute l'Albanie ; l'ozokérite, le bitume et l'asphalte ont été longtemps exploités, près de Valona, par une société française. L'industrie à l'européenne n'existe pas encore, mais elle trouverait dans le pays une main-d'œuvre experte, facile à former, et des forces hydrauliques abondantes. Les artisans locaux fabriquent des tissus de laine et de soie, des tapis, des vêtements brodés, des objets en filigranes, des armes ciselées.

Ce qui manque le plus au nouvel État, ce sont les voies et moyens de transport. Il faudra construire de nouvelles routes, améliorer celles qui existent, relier par voie ferrée Durazzo ou Valona à Monastir, d'où la future ligne se continuera sur Salonique et Constantinople. Enfin, il faut envisager l'aménagement des ports, principalement ceux de Saint-Jean-de-Medua, de Durazzo et de Valona. C'est seulement à ces conditions que les relations commerciales pourront se développer et que la mise en valeur du pays deviendra possible.

VII. — La Roumanie[1]

La guerre a valu à la Roumanie une notable augmentation de territoire et de population, justifiée par l'expansion de la nationalité et les pertes des régions dévastées. La superficie a passé de 138.000 à près de 250.000 km², et la population de 7,5 à 17 millions d'habitants. La Roumanie s'est accrue de la Transylvanie et d'une partie du Banat, partagé avec la Serbie, de la Bukovine, de la Bessarabie, c'est-à-dire que, sauf au Sud, ses frontières ont avancé dans toutes les autres directions ; son centre de gravité s'est relevé vers le Nord, de telle sorte que le nouvel Etat devient moins balkanique et se rattache de plus en plus à l'Europe centrale et orientale. Comme le fait observer M. de Martonne, sa forme presque globulaire est extrêmement avantageuse au double point de vue de la facilité des communications intérieures et de la défense contre les dangers extérieurs. Les Carpates, qui traversent la Roumanie en son milieu, sont bien une gêne pour la circulation, mais ils sont desservis par des passages faciles et leur largeur est inférieure à 100 km. L'inconvénient le plus sérieux du nouvel Etat, c'est le grand nombre d'étrangers qu'il a dû absorber et la lente adaptation qui sera nécessaire aux populations des territoires qui ont vécu pendant des siècles sous des administrations étrangères différentes. Le même problème se pose, d'ailleurs, en Pologne, en Tchécoslovaquie, en Yougoslavie. La Roumanie a incorporé un million de Slaves du Nord, 300.000 Slaves du Sud, 300 à 400.000 Juifs, 800.000 Allemands,

1. E. Martonne : La nouvelle Roumanie. *Annales de Géographie*, 15 janvier 1921. — Id. : La question du Banat ; la Transylvanie : la Bessarabie ; la Dobroudja. *Travaux du Comité d'Études*. T. II, p. 553 et suiv. — Ministère de l'industrie et du commerce. *La Roumanie économique*. 1921, in-4. Bucarest, 1921. — Office commercial français en Roumanie. *Notice sur la grande Roumanie*. Br. in-8 ; Paris, 1920. — E. Pittard : *La Roumanie* (Valachie-Moldavie-Dobroudja) ; 1 vol. in-8, Paris, 1920. — Cf. le n° spécial consacré à la Roumanie par la *Revue générale des Sciences* (15 juin 1920), et notamment : Valsan : La terre et le peuple roumains ; V. T. Bratianu : La Roumanie nouvelle ; P. Antonesco : Les forêts de la Roumanie.

un million et demi de Magyars, formant un groupe compact au centre du nouvel Etat.

La Roumanie reste avant tout un pays agricole dont l'économie repose sur les céréales et l'élevage. La superficie des terres arables a plus que doublé, celle plantée en vignes a triplé. Les céréales occupent à elles seules 11 millions d'hectares, sur un total de 14 millions et demi en terres cultivables; blé et maïs se partagent à peu près également 8 millions d'hectares et fournissent un gros contingent à l'exportation. L'alimentation rurale a pour base le maïs et les légumes, principalement les haricots et les pommes de terre, cultivés souvent dans les champs de maïs. Comme partout dans les Balkans, les vergers occupent une superficie importante; c'est le prunier qui domine, ses fruits étant employés pour la fabrication d'une boisson alcoolique. La vigne est répandue sur le versant sud des Carpates, ainsi qu'en Bessarabie. Les plantes industrielles, peu cultivées avant la guerre, prennent plus d'importance dans le nouvel Etat, notamment le chanvre en Transylvanie, le tabac et le colza en Bessarabie, la betterave à sucre dans le Banat et en Bessarabie. C'est l'élevage qui a le plus souffert de la guerre; mais le cheptel national s'accroît sensiblement par l'annexion de la Transylvanie et des autres provinces; moutons et bêtes à cornes sont les plus répandus. Depuis la réforme agraire du 16 novembre 1918, la grande propriété qui représentait 47 % de la superficie cultivable dans l'ancien royaume, avant l'expropriation, n'occupe plus aujourd'hui que 8 %. Cette proportion sera la même dans les nouvelles provinces. Il en résultera des modifications dans l'économie rurale, et, notamment, dans la réduction du blé, cultivé surtout dans les grands domaines.

Les seules richesses minérales de la Roumanie d'avant guerre étaient le pétrole et le sel. La Transylvanie et le Banat viennent y ajouter la houille, le lignite, les gaz naturels, le minerai de fer, les pyrites, l'or et l'argent. Mais le pétrole reste la richesse la plus importante; la Roumanie venait au quatrième rang dans le monde (3,3 %), avec 1.885.000 t., en 1913, bien que la superficie exploitée ne couvrît que 2.500 ha., sur 20.000 ha. reconnus pétrolifères. Les neuf dixièmes de la production viennent de la région de Prahova. Source d'énergie pour l'industrie nationale, c'est aussi un important article d'exportation (20 %), qu'un pipe-line conduit vers Bucarest et Constantza. Le nouvel Etat peut disposer, en outre, d'une production annuelle de 780.000 t. de houille et de 2.750.000 t. de lignite.

Aux industries anciennes du bois, représentées par des scieries, des fabriques de meubles, aux industries agricoles : minoteries, distilleries, sucreries, s'est ajoutée l'industrie métallurgique du Banat et de la Transylvanie. La fabrication des produits chimiques, les filatures et tissages, à peine représentés dans l'Etat d'avant guerre, voient leur importance grandir avec l'annexion des nouvelles provinces. Mais la Roumanie restera encore longtemps tributaire d'un grand nombre de produits industriels qu'elle peut heureusement échanger contre un notable excédent de pétrole, de bois et de céréales.

Les voies ferrées suffisent aux besoins actuels; quelques rivières sont partiellement navigables, comme le Mures et le Prut: le Dniestr pourrait faire un bon fleuve navigable en tournant par un canal les rapides de Yampol, près de Soroca, et en draguant son cours inférieur. Mais c'est le Danube qui est la meilleure voie de transport, et son rôle ira en augmentant grâce à l'organisation internationale prévue par les traités de paix. En améliorant encore ses conditions de navigabilité, notamment en amont des Portes-de-Fer, il pourra compenser, dans une certaine mesure, pour la Roumanie, le gros inconvénient de n'avoir de façade que sur une mer presque fermée, en permettant aux produits nationaux de pénétrer par le fleuve très avant en Europe centrale, et même en Europe occidentale, quand des systèmes de canaux relieront le Danube aux grands fleuves de la Baltique et de la mer du Nord.

Dans un second article, nous étudierons les pays qui se sont constitués sur le territoire de l'ancienne Russie.

P. Clerget,
Directeur de l'Ecole supérieure
de Commerce de Lyon.

BIBLIOGRAPHIE
ANALYSES ET INDEX

1° Sciences mathématiques

The early mathematical Manuscripts of Leibniz. *Translated from the latin texts published by Carl Immanuel* Gerhardt *with critical and historical Notes by* J. M. Child. — *Un vol. in-8° de* IV-238 *p.* (*Prix* : 7 *sh.* 6 *d.*). *The Open Court Publishing Company, Chicago and London*, 1920.

Le vieux débat sur la priorité de l'invention du Calcul infinitésimal, mené avec plus de passion par les partisans de Newton et de Leibniz que par ces deux grands esprits eux-mêmes, vient d'être renouvelé dans ce livre par M. Child. L'ouvrage offre un intérêt particulier par le fait que le débat est placé sur un terrain nouveau. Il ne s'agit plus en effet de savoir ce que Leibniz doit à Newton, mais ce que l'un et l'autre ont emprunté aux *Lectiones Geometricae* d'Isaac Barrow, publiées en 1670 et rééditées par M. Child en 1916. Il est hors de doute que Newton y a puisé plus largement que Leibniz, puisqu'il est démontré que Barrow a communiqué ses découvertes à Newton déjà en 1664. En ce qui concerne Leibniz, la question que se propose d'élucider M. Child est de savoir si Leibniz a fait connaissance de l'œuvre de Barrow en utilisant la première édition de 1670, thèse que soutient M. Child, ou la seconde édition de 1674, comme l'affirme Leibniz. Pour donner à sa polémique l'appui nécessaire, M. Child a eu l'heureuse idée de reproduire en anglais et dans l'ordre chronologique les manuscrits de Leibniz se rapportant à cette question. Ils sont au nombre de 16 et ont été composés de 1673 à 1677. M. Child a, en outre, reproduit le post-scriptum à la lettre adressée à Jacques Bernoulli en avril 1703 et l'*Historia et Origo Calculi Differentialis*, où Leibniz montre comment il est arrivé à ses découvertes, et s'efforce de prouver que les accusations de plagiat qu'on a lancées contre lui manquent de fondement. Leibniz affirme entre autres qu'il trouva anticipée dans les *Lectiones* de Barrow une grande partie de ses théorèmes, ce qui signifie qu'il ne doit rien à ce dernier.

C'est ce que M. Child se propose de réfuter en suivant Leibniz pas à pas, l'arrêtant presque à chaque ligne et discutant ses affirmations dans des notes nombreuses et étendues qui atteignent le chiffre respectable de 200, à quoi il faut encore ajouter des Notes générales précédant chaque manuscrit. Il n'est pas probable qu'on arrive jamais à traiter ce sujet d'une façon plus sévère et plus minutieuse. Pour apporter la preuve décisive que Leibniz était en possession de la première édition des *Lectiones Geometricæ* de Barrow, M. Child s'appuie principalement sur la lettre que Leibniz a adressée à Oldenburg en avril 1673, où il dit qu'il possède les *Lectiones* de Barrow, ce qui prouve que c'est l'édition de 1670 qu'il s'était procurée pendant son premier séjour à Londres. Reste à savoir si Leibniz les a lues immédiatement après qu'il se les est procurées. M. Child croit pouvoir trancher cette question par l'affirmative en disant que « il est vain de supposer que Leibniz ait acheté ce livre sur la recommandation d'un ami uniquement pour le posséder; Leibniz achetait des livres ou en empruntait dans le seul but de les étudier ». Cette argumentation ne me paraît pas très satisfaisante. A qui de nous n'est-il pas arrivé de se procurer un ouvrage dans le but de l'étudier et d'être empêché de le faire par suite de circonstances imprévues? Leibniz avait l'esprit ouvert à tout, il lisait énormément, il possédait une faculté d'invention peu commune et savait donner aux idées même empruntées une valeur toute nouvelle et les rendre extraordinairement fécondes. C'est en somme ce qu'accorde à la fin du volume M. Child lui-même. Il se défend d'être un anti-leibnizien, ce qu'on aurait pu croire en lisant sa critique parfois très vive. Il a voulu seulement, déclare-t-il, montrer que Leibniz n'a nullement plagié Newton, mais qu'il a tout pris à Barrow, *excepté les méthodes*. Mais qui connaît la valeur de ces dernières avouera que Leibniz a accompli une chose qui doit être comptée parmi les plus grandes dans l'Histoire des Mathématiques.

Enfin, quelle que soit la position qu'on prenne en face de cette question, et fût-on en opposition complète avec M. Child, son livre reste précieux par la facilité qu'il nous offre de lire les mémoires fondamentaux sur le Calcul infinitésimal de Leibniz, et par la richesse de renseignements historiques, qui nous font connaître d'une façon plus détaillée le développement et le perfectionnement graduel du Calcul infinitésimal.

Maurice Solovine.

Nachtergal (A.), *professeur d'écoles industrielles.* — **Calcul des chaudières à vapeur ; applications.** 2e *édition.* — 1 *vol. in-8°, de* 85 *pages avec* 22 *figures* (*Prix* : 10 *fr.*). *Béranger, éditeur, Paris et Liége*, 1921.

En présentant son livre au public, l'auteur déclare dans sa préface qu'il a résumé la théorie aussi succinctement que possible, en s'efforçant surtout de montrer comment on l'applique : l'ouvrage est en effet une œuvre essentiellement pratique, consacrée aux chaudières à vapeur; elle rappelle toutes les formules établies dans les traités, et fait suivre chacune d'elles d'un exemple de calcul numérique. Tous les systèmes de générateurs sont étudiés tour à tour en vue de la détermination des épaisseurs de tôles, des capacités, des surfaces de chauffe, des surfaces de grilles, des sections de carneaux, etc. Une application récapitulative est faite enfin à une chaudière Galloway, dont on passe en revue tous les éléments. Les élèves d'écoles industrielles se serviront très utilement de ce livre pour l'exécution de leurs projets de fin d'année et de concours ; c'est sans doute pour eux que le maître l'a écrit, et ils devront lui en savoir gré, en épuisant rapidement cette deuxième édition.

Aimé Witz.

2° Sciences physiques

Cunningham (E.). — **Relativity and the Electron Theory.** 2e *édition.* — 1 *vol. in*-8° *de* 148 *p. avec* 9 *fig. de la collection* : « Monographs on Physics » (*Prix cart.* : 10 *sh.* 6 *d.*). *Longmans, Green and Co., Londres,* 1921.

La théorie de la Relativité jouit actuellement d'une vogue universelle. Les profonds travaux d'Einstein et de Weyl, dont l'étude semblait devoir rester l'apanage d'une élite de théoriciens, ont commencé à passionner le grand public, et l'on voit apparaître dans tous les pays une floraison de livres et d'articles de vulgarisation ou de polémique sur ce difficile sujet.

Il ne faut pas se plaindre de cette faveur, qui sera sans doute passagère. Si nous lui devons toute une littérature d'un intérêt scientifique assez médiocre, elle a du moins provoqué quelques exposés intéressants, même pour le public des spécialistes. Le livre que nous présentons aux lecteurs de la *Revue* est de ce nombre. Il ne satisfera évidemment pas les esprits passionnés de rigueur, et il ne saurait se substituer, pour une étude sérieuse de la question, aux beaux ouvrages d'Eddington et de Weyl. Néanmoins il pourra rendre des services réels aux lecteurs désireux de se renseigner sur l'évolution historique et logique de la Relativité, et même sur la marche des principaux développements mathématiques. L'ouvrage a d'ailleurs reçu bon accueil en Angleterre, puisque l'édition actuelle est la seconde.

Après une courte introduction, l'auteur étudie, dans une première partie, le principe de *relativité restreinte.* Il en indique d'abord les origines historiques et les bases expérimentales, en insistant sur l'expérience de Fizeau et sur la fameuse expérience de Michelson. Le principe lui-même est ensuite exposé, au point de vue cinématique (chapitre III), puis au point de vue électromagnétique (chapitre IV) : les expériences de Rayleigh et Brace, d'une part, de Trouton et Noble, d'autre part, sont discutées dans cette partie de l'ouvrage. Enfin la dynamique de la relavité, avec ses applications au mouvement des électrons à grande vitesse, aux relations entre la masse et l'énergie, aux conceptions de Minkowski sur l'espace-temps à 4 dimensions, trouve place dans les derniers chapitres de cette première partie.

La seconde partie, beaucoup plus brève, se rapporte au principe de *relativité généralisée.* Le chapitre VII en expose les bases théoriques, en mettant en lumière le rôle des champs de gravitation, et en le rattachant à l'élément linéaire dans l'espace généralisé et au principe d'Hamilton. Malgré un effort très sérieux de l'auteur pour grouper les idées de la manière la plus claire, il faut bien reconnaître qu'une connaissance plus approfondie du sujet reste nécessaire pour tirer réellement parti de son exposé. Le chapitre VIII est consacré aux vérifications expérimentales : mouvement séculaire du périhélie de Mercure, déviation des rayons lumineux par le Soleil, etc. Le dernier chapitre enfin résume et généralise les résultats obtenus, en cherchant en particulier à donner quelque idée de la contribution nouvelle apportée par Weyl à l'édifice relativiste.

L'auteur, sans entrer dans le détail des démonstrations mathématiques, n'a cependant pas reculé devant l'emploi des formules algébriques essentielles au développement de son sujet, de sorte que son ouvage est d'un caractère scientifique assez élevé. On peut en recommander la lecture, comme introduction à l'étude de ces nouvelles théories; mais cette recommandation ne saurait s'adresser qu'à des étudiants déjà instruits. Elle éveillera en eux certaines curiosités sans les satisfaire entièrement : c'est sans doute le but que l'auteur se proposait d'atteindre.

EUGÈNE BLOCH.

3° Sciences naturelles

D'Andrimont (René), *Professeur de Géographie physique à l'Ecole coloniale supérieure de Belgique,* **Fraipont** (Charles), *Professeur du cours de Paléontologie à l'Université de Liége,* et **Anthoine** (Raymond), *ancien assistant du cours de Géologie à l'Université de Liége.* — **La Géologie mise à la portée de tous.** SES RAPPORTS AVEC LA GÉOGRAPHIE PHYSIQUE ET SON UTILISATION POUR LA RECHERCHE DES MINERAIS, DES COMBUSTIBLES, DES ENGRAIS ET DES EAUX. — 1 *vol. in*-8° *de* 218 + VIII *p. avec* 178 *fig. Imprimerie G. Bothy, rue de la Concorde,* 22, *Bruxelles,* 1921 (*Dunod, à Paris, dépositaire pour la France*).

MM. d'Andrimont, Fraipont et Anthoine, qui ont écrit ce manuel en s'inspirant du cours de M. le professeur Lohest, présentent leur « petit traité » comme reflétant les « principes directeurs de l'École de Liége: on y cherchera en vain les grands mots et les vastes nomenclatures, les subdivisions et les détails qui encombrent la plupart des traités existants ».

Les auteurs revendiquent la priorité pour la notion des charriages en faveur d'un mémoire présenté à l'Académie de Belgique en 1830 par André Dumont. Comme l'a montré récemment M. Emile Haug [1], la première idée des recouvrements se trouve dans un rapport de Dolomieu paru au *Journal des Mines* de l'an VI (1797) : cette conception scientifique est donc due à l'École française.

L'illustration très abondante exagère quelquefois la notion de schéma : témoin la figure 53 où la mer des Indes, devenue un simple fossé plus étroit que le canal de Mozambique, est presque aussi large que Madagascar.

La dernière partie de l'ouvrage constitue une bonne description géologique sommaire de la Belgique.

Le livre de MM. d'Andrimont, Fraipont et Anthoine, d'une lecture facile, expose les notions essentielles de « la géologie mise à la portée de tous ». D'un caractère éminemment pratique, il renferme cependant des développements assez étendus sur certaines questions négligées dans beaucoup d'ouvrages analogues, gisements de sel et de pétrole, levé et lecture des cartes géologiques, hydrologie. Son utilité, qui ne saurait faire de doute, aurait été plus grande si le dessin et la lettre des 178 figures avaient été plus soignés et mieux présentés.

L. JOLRAUD,
Maître de Conférences à la Faculté des Sciences de Paris.

1. Les Disciplines de la Géologie (1er article). *Revue générale des Sciences,* t. XXXII, n° 4, p. 108 ; 28 février 1921.

Champy (Ch.), *Professeur agrégé à la Faculté de Médecine de Paris.* — **Manuel d'Embryologie.** — 1 *vol. in-16 de 228 p. avec 6 pl. en couleurs* (*Prix* : 12 *fr.*). *Masson et Cie, éditeurs, Paris*, 1921.

Ce *Manuel* a, entre autres, le mérite de l'originalité, surtout pour un livre destiné à des étudiants en médecine. Ce qu'y dit l'auteur de l'Embryologie générale, à laquelle il a donné la plus grande place, ne pourra recueillir que des approbations : « Elle comporte les notions fondamentales sans lesquelles les acquisitions faites par l'étudiant dans le domaine de l'Anatomie et de l'Histologie seront forcément fragmentaires et sans liaison. Elle doit être *la base de l'instruction morphologique du médecin.* »

Un simple coup d'œil sur la liste des chapitres permettra de se rendre compte de la distribution des matières :

I, Produits sexuels et fécondation[1]; II, La segmentation; III, Gastrulation; IV, Evolution générale de l'embryon des Vertébrés; V, Développement de la forme du corps; VI, Le mésenchyme; VII, Les enveloppes de l'œuf; VIII, Particularités de l'embryon humain; IX, Les organes entodermiques; X, Dérivés du mésoderme; XI, Organes ectodermiques; XII, Organes mésenchymenteux.

Une remarque s'impose, relative à l'étude du mésenchyme (ch. VI) et à celle des organes mésenchymateux (ch. XII). Il est indubitable que l'ouvrage aurait gagné en clarté et en unité à ce que ces études fussent réunies et placées au voisinage de celle des dérivés du mésoderme (ch. X). Quelque opinion que l'on ait sur l'origine du mésenchyme[2], il est peu logique d'en séparer l'étude de celle du mésoderme.

L'auteur a cherché à réunir sous le plus petit volume possible « toutes les notions utiles à un médecin ». Il ne faut pas entendre par là uniquement les notions utiles à la pratique du métier, mais celles, infiniment plus importantes, qui sont indispensables à la formation intellectuelle de ceux qui se destinent à jouer le rôle social si considérable du médecin.

En ce qui concerne l'embryologie générale, l'auteur donne une prépondérance sans doute trop exclusive à la fameuse *loi de patrogonie* (qu'il désigne sous les noms de *loi biogénétique générale, loi de Goethe*, ou *de Von Baer*, ou d'*Haeckel*, et qui porte encore ceux de *Fritz Müller* et, peut-être mieux, de *Serres*).

Cet ouvrage, s'adressant à des étudiants en médecine, est forcément très dogmatique, d'autant plus que l'auteur était dans la nécessité de se restreindre aux limites d'un *Manuel*. Il ouvre toutefois quelques horizons intéressants sur des questions encore discutées. C'est une très heureuse idée qu'a eue l'auteur de le faire suivre d'un Index-glossaire « qui permettra aux débutants de se remettre rapidement en mémoire le sens des termes dont la valeur leur aurait échappé ».

En somme, ce petit livre semble répondre parfaitement à son but et l'on peut conclure avec l'auteur : « Tel qu'il est, il correspondra assez exactement au cours préparatoire d'Embryologie qui est fait à la Faculté pour peu qu'on le complète par quelques lectures[1]. »

J. Delphy.

1. L'étudiant qui désirerait avoir des notions *générales* claires et précises sur ces questions consultera avec le plus grand profit l'ouvrage de M. Caullery : *Les problèmes de la sexualité*. Paris (Flammarion), 1913.

2. On sait depuis longtemps que la « coelom-theorie » de Hertwig est insoutenable.

Gourdon (L.), **Dijonneau** (H.) et **Thibaudeau** (J.). — **Le rendement professionnel des mutilés.** — 1 *vol. in-8° avec 68 fig. et photographies. Doin, éditeur, Paris*, 1921.

Le rendement réel des grands mutilés est très difficile à connaître. Le mutilé se défie toujours de l'enquêteur, craignant de voir diminuer sa pension ou augmenter les contributions, s'il reconnaît une amélioration notable de son rendement professionnel.

Le livre que vient de publier le Dr Gourdon avec ses collaborateurs directs Dijonneau et Thibaudeau est particulièrement intéressant, parce que, comme directeur de l'Ecole pratique de rééducation professionnelle des mutilés de Bordeaux, il a pu s'adresser à des sujets qu'il connaissait bien, dont il avait pu acquérir la confiance absolue. Sa grande habitude des mutilés, le zèle déployé par lui dans son école le mettaient à même de mieux se rendre compte des progrès accomplis, des méthodes à suivre.

Enfin, par l'emploi systématique de l'oscillomètre de Pachon, on obtient une preuve physiologique de l'entraînement des élèves.

Toutes les observations que publient Gourdon et ses collaborateurs portent sur les mutilés de la région du Sud-Ouest ayant bénéficié soit de la prothèse du travail, soit de la rééducation professionnelle et souvent des deux. L'enquête porte sur 2.000 grands mutilés.

Les résultats sont, dans l'ensemble, très satisfaisants. La presque totalité de ces 2.000 grands mutilés a repris le travail.

1.231 mutilés ont repris leurs professions d'avant guerre (1.081 avaient une profession manuelle, 150 des professions intellectuelles ou des emplois).

33 mutilés sont incapables de travailler.

796 ont appris de nouvelles professions (396 de nouvaux métiers manuels, 340 de nouvelles professions intellectuelles ou de nouveaux emplois).

Le rendement professionnel moyen, déclaré par l'ensemble des 2.000 mutilés, oscille entre 60 et 70 °/₀ du rendement normal. Sur 3.000 grands mutilés, on compte 1.042 cultivateurs dont plus des deux tiers (735) ont repris leur profession ; sur les 307 autres cultivateurs, un certain nombre ont appris des métiers complémentaires, tels que ceux de vanniers, sandaliers, sabotiers, cordonniers, et, tout en exerçant ces métiers d'appoint, ils s'occupent des travaux accessoires de la ferme.

Mentionnons parmi les résultats surprenants les amputés de deux avant-bras : deux cultivateurs ayant repris leur métier avec un rendement de 45 °/₀, les amputés des bras pouvant gagner de 9 à 16 francs par jour.

Le mutilé n'est plus, grâce cette à rééducation, un

1. En vue de celles-ci, quelques indications bibliographiques précises n'auraient peut-être pas été superflues et n'auraient guère augmenté le volume de l'ouvrage.

invalide, mais il joue encore son rôle utile de travailleur.

Et cette constatation est d'autant plus intéressante que les mutilés du travail bénéficient des efforts et des progrès accomplis avec les mutilés de guerre.

J. P. Langlois,

Professeur au Conservatoire des Arts et Métiers (Chaire d'organisation technique du travail).

4° Sciences diverses

Tassy (Edme) et **Léris** (Pierre).— **Les Ressources du travail intellectuel en France**. *Préface de M. le Général* Sébert. — 1 *vol. in*-8° *de* xxi-711 *pages. (Prix* : 50 *fr.). Gauthier-Villars et Cie, éditeurs, Paris,* 1921.

C'est une excellente idée qu'ont eue MM. Tassy et Léris de grouper en un ouvrage d'ensemble tous les renseignements relatifs aux diverses ressoures de documentation et aux aides qui s'offrent en France aux travailleurs intellectuels. On ne se fait pas toujours une juste idée de leur nombre et de leur richesse, et maint chercheur s'est trouvé plus d'une fois arrêté faute d'avoir connu les institutions qui auraient pu lui prêter un concours efficace.

Les auteurs ont réparti la matière de leur livre d'après le plan suivant :

I. *Renseignements généraux.* — Dans la première partie de ce chapitre, sous le titre : *Moyens de documentation et d'information*, on a réuni les organes et établissements français et internationaux où les travailleurs peuvent obtenir des renseignements divers, gratuitement ou moyennant rétribution. La seconde partie contient les organes d'*intercommunication scientifique*, destinés à mettre les travailleurs en rapport. La troisième expose tous les *auxiliaires directs d'exécution des travaux littéraires et scientifiques* : agences de traduction, de copie, de placement, renseignement sur l'édition d'ouvrages, la protection de la propriété intellectuelle, etc.

II-III. *Sociétés savantes.* — Ces chapitres groupent, par catégories pour Paris, et par ordre alphabétique de villes pour la province, les Sociétés savantes, en indiquant autant que possible les moyens de travail et les encouragements divers qu'elles offrent à leurs membres ou au public.

IV. *Associations professionnelles.* — Ce chapitre mentionne les associations professionnelles de gens de lettres, membres de l'enseignement, ingénieurs, médecins, journalistes, etc., dont le but est la défense des intérêts corporatifs et l'aide matérielle et morale.

V. *Encouragements et aides.* — Dans ce chapitre sont indiqués les divers moyens (subventions, prix et concours, lectures publiques) dont disposent soit les institutions officielles, soit des sociétés et cercles privés, soit des fondations internationales, pour aider ou encourager la production intellectuelle.

VI. *Perfectionnement des études et expansion intellectuelle.* — Ici sont signalées les sociétés instituées en vue de perfectionner les moyens de travail et les connaissances des travailleurs (comme le Musée social ou les Sociétés des Amis des Universités) et les Sociétés d'expansion intellectuelle (comme l'Alliance française); on trouvera aussi dans ce chapitre la liste des cours des grandes Ecoles gouvernementales ou autres.

VII. *Services et Etablissements scientifiques spéciaux.* — Ce chapitre renferme des indications sur les bureaux, offices et services officiels autonomes dépendant des ministères, et sur les grandes commissions, conseils ou comités appelés à délibérer sur des sujets de pratique ou de technique scientifique, puis sur les laboratoires, musées et collections d'études, et observatoires.

VIII. *Périodiques spéciaux.* — Sous ce titre est donnée la liste, avec adresse et prix d'abonnement, de tous les périodiques français, littéraires et scientifiques, classés sous 16 rubriques.

IX-X. *Bibliothèques et Dépôts d'archives.* — Ce chapitre renferme, pour toutes les bibliothèques de Paris et de province et les dépôts d'archives nationales, départementales, communales et hospitalières, des renseignements généraux sur l'accès à ces institutions, le prêt des livres et des manuscrits, les catalogues des imprimés et des manuscrits.

XI. *Bibliothèques circulantes, d'échange, de prêt.* — Même genre de renseignements à propos de ces bibliothèques.

XII. *Indications bibliographiques.* — Ce dernier chapitre contient la nomenclature raisonnée, l'adresse et le prix d'abonnement de tous les périodiques français bibliographiques, la liste des principaux ouvrages de bibliothéconomie, la bibliographie de la Bibliographie française et étrangère scientifique et littéraire.

Ajoutons que chaque chapitre est précédé d'une table analytique détaillée et qu'on trouve aussi à la fin de l'ouvrage une table alphabétique.

On se rend compte par ce qui précède de l'énorme quantité de renseignements accumulés dans cet ouvrage et du grand intérêt qu'ils présentent pour tous les travailleurs intellectuels. Quelques vérifications faites au hasard nous permettent d'assurer qu'ils sont exacts et assez complets (sauf modifications survenues depuis l'impression de l'ouvrage). Ce volume est donc appelé à rendre de constants services à ceux auxquels il est destiné.

L. B.

ACADÉMIES ET SOCIÉTÉS SAVANTES
DE LA FRANCE ET DE L'ÉTRANGER

ACADÉMIE DES SCIENCES DE PARIS

Séance du 30 Janvier 1922

M. M. **d'Ocagne** est élu Académicien libre.

1° Sciences mathématiques. — M. **Ch. Lallemand** : *Sur les avantages comparés des abaques hexagonaux et des abaques à points alignés.* L'auteur montre qu'en Nomographie il n'existe pas de méthode générale universellement supérieure à toutes les autres ; le choix à faire entre elles, dans chaque cas particulier, dépend de la forme de l'équation à résoudre et des conditions du problème. — M. **Th. Varopoulos** : *Sur un théorème de M. Montel.* — M. **A. Angelesco** : *Sur les zéros de certaines fonctions.* — M. **A. Cahen** : *Sur les équations différentielles du premier ordre à points critiques fixes.* — M. **Auric** : *Sur le développement en fraction continue des nombres algébriques.* — M. **R. Jacques** : *Sur les surfaces telles que les axes des cercles osculateurs à une famille de lignes de courbure appartiennent à un complexe linéaire.* — M. **Em. Belot** : *La périodicité et le mouvement des taches du Soleil en latitude expliqués par la pulsation de son noyau.*

2° Sciences physiques. — M. **A. Boutaric** : *Observations relevées au Mont-Blanc.* Relevé des mesures actinométriques et polarimétriques de l'auteur. Bien qu'au Mont-Blanc l'atmosphère soit très pure, la polarisation de la lumière diffusée par le ciel n'est pas exceptionnellement forte. — MM. **Ph. Schereschewsky** et **Ph. Wehrlé** : *La signification des cirrus dans la prévision du temps.* Les cirrus sont toujours les indices de la proximité d'un système nuageux, mais ils ne signifient pas nécessairement que le système passera sur la station, que le temps se gâtera. — M. **L. Gentil** : *Sur la climatologie du Maroc.* Les isohyètes de 100 mm. et de 200 mm. des régions désertiques doivent s'incurver fortement vers le nord et recouvrir la plus grande partie de la vallée de la haute et moyenne Moulouïa ; le Haut Atlas forme une barrière climatique qui sépare la zone maritime de la zone désertique du Sahara. — M. **G. Gouy** : *Sur la pression dans les fluides aimantés et polarisés.* L'auteur donne une démonstration, utilisable dans l'enseignement, de la formule de Liénard, et étudie l'application de cette formule au problème des forces apparentes agissant sur les conducteurs électrisés placés dans un diélectrique autre que le vide. — M. **H. Chaumat** : *Sur la mesure des isolements par la méthode dite d'accumulation.* L'auteur étudie les causes d'erreur de cette méthode et montre comment l'on peut y remédier. — M. **Marcel Dufour** : *Relation entre l'aberration et l'astigmatisme pour un point situé sur l'axe d'un système optique centré.* Dans un pinceau de révolution, la distance entre les deux points focaux situés sur un rayon est égale au double de l'aberration longitudinale relative à ce rayon. — M. **J. Rey** : *Portée obtenue par un phare de grand atterrage avec optique à réflecteurs métalliques.* La portée du phare de l'îlot du Galiton, au NO de Bizerte, calculée pour 30 milles, atteint 33 milles, car on l'aperçoit fréquemment de Tabarka ; on l'aperçoit même assez souvent du Ras-Enhelah, à 41 milles, par un temps clair. On peut donc obtenir des portées plus considérables avec des réflexions métalliques qu'avec des optiques en verre de Fresnel de mêmes dimensions. — MM. **H. Weiss** et **P. Henry** : *Influence de la température sur la vitesse d'interpénétration des solides.* Cette influence (étudiée sur une solution solide hétérogène qui s'homogénise par un recuit) est représentée par la formule : $v = K\,a^T$, où T est la température absolue. — MM. **Ch. Moureu** et **Ch. Dufraisse** : *Sur l'autoxydation : les antioxygènes* (voir p. 127). — M. **E. Darmois** : *Sur deux nouveaux molybdomalates d'ammonium.* La courbe de variation du pouvoir rotatoire de l'acide malique additionné de quantités croissantes de molybdate d'Am ordinaire a montré à l'auteur l'existence de deux nouveaux molybdomalates lévogyres : $MoO^3.2C^4H^6O^5.2NH^3$ et $MoO^3.2C^4H^6O^5.4NH^3$, le premier assez stable, le second ne se formant qu'en présence d'un excès de malate neutre d'Am. Il a réussi à isoler ces deux composés. — MM. **Seyewetz** et **Vignat** : *Action du sulfite de soude sur le nitrobenzène.* Cette réaction a lieu à chaud et fournit du paramidol sulfonique, avec un rendement d'environ 50 %. — Mlle **C. Veil** : *Relation entre l'indice de chlore et la teneur en azote de la terre végétale.* D'une manière générale, une terre est d'autant plus riche en azote que son indice de chlore est plus grand.

3° Sciences naturelles. — M. **Ch. Jacob** : *La structure du Nord-Annam au sud du Thanh Hoa.* Le Nord-Annam presque tout entier est une région de nappes ; vers la côte seulement, et sans doute aussi au sud-ouest de la chaîne annamitique, il peut être question d'un avant-pays, qui serait caractérisé par une couverture transgressive de grès secondaires. — MM. **F. Blanchet** et **E. Chagny** : *Nouvelles observations sur les dislocations de la Montagne de la Bastille, près Grenoble.* — M. **G. Corroy** : *Sur quelques Poissons néocomiens de la Haute-Marne et de la Meuse.* L'auteur confirme l'existence dans cette région du *Mesodon gigas*, du *M. robustus*, du *M. heterotypus*, du *Coelodus Mantelli* et de l'*Odontaspis macrorhiza*. — M. **L. Joleaud** : *Sur l'aire de dispersion de* Dynosaurus, *Crocodilien fossile du Nord-Ouest africain.* Les mers continentales d'Afrique abritaient encore, à l'aurore des temps éocènes, une faune résiduelle jurassico-crétacée se propageant de la Berbérie au Congo par l'Afrique occidentale. Avec ces animaux à physionomie archaïque vivaient alors en Afrique des précurseurs des éléments caractéristiques de milieux biologiques européens plus récents. — M. **Pierre Dangeard** : *Sur l'origine des vacuoles aux dépens de l'aleurone pendant la germination des Graminées.* Chez les Graminées, les grains d'aleurone ne sont pas des plastes particuliers, mais

représentent des éléments du vacuome, comme ceux du pin et du ricin. Il est certain que les vacuoles des plantules se forment aux dépens de l'aleurone des graines. — M. R. **Jeannel** : *La variation des pièces copulatrices chez les Coléoptères.* Les recherches de l'auteur montrent le rôle important que la variation des pièces copulatrices mâles a dû jouer dans la production des espèces. Les classifications actuelles des Coléoptères, qui ne tiennent aucun compte des caractères sexuels, sont donc à refaire ou à compléter. — MM. L. **Léger** et E. **Hesse** : *Microsporidies bactériformes et essais de systématique du groupe.* Les auteurs ont rencontré chez diverses larves aquatiques de Diptères un certain nombre de Microsporidies dont les spores simulent les types morphologiques caractéristiques des Bactéries. Les Microsporidies peuvent être classées en Dicapsulées et Monocapsulées, et ces dernières en trois familles suivant que leurs spores sont piriformes, sphériques ou en bâtonnet. — Mme A. **Drzewina** et M. G. **Bohn** : *Sur des phénomènes d'auto-destruction et d'auto-agglutination chez les* Convoluta. Quand les *Convoluta* sont réunies en grand nombre ou bien placées dans un petit volume de liquide, les effets d'une solution normale de KCl (cytolyse et autotomie) sont beaucoup plus désastreux que dans le cas contraire, et se manifestent en particulier par le phénomène d'agglutination. — M. M. **Aron** : *Signification morphologique du tissu glandulaire endocrinien du testicule des Urodèles.* Ce tissu paraît assumer l'exercice simultané de la double polarité, exocrine et endocrine, que l'on voit chez les Urodèles mise en jeu alternativement, et représente un tissu destiné à supporter les cellules de Sertoli, désormais vouées au rôle purement exocrine d'intermédiaire entre le milieu nourricier et la lignée germinale. — M. W. **Kopaczewski** : *La tension superficielle et la narcose.* D'une façon générale, les narcotiques et les anesthésiques abaissent la tension superficielle; il y a un parallélisme entre ce degré d'abaissement et leur puissance narcotique.

Séance du 6 Février 1922

M. le Général G. **Ferrié** est élu membre de la Section de Géographie et Navigation, en remplacement de M. Alfred Grandidier, décédé.

1° Sciences mathématiques. — M. M. **d'Ocagne** : *Sur l'examen comparatif des diverses méthodes nomographiques.* — M. C. **Guichard** : *Sur les réseaux qui sont plusieurs fois* Ω_{∞}. — M. M. **Gevrey** : *Remarques sur les fonctions quasi-analytiques et les fonctions indéfiniment dérivables.* — M. G. **Julia** : *Les séries de fractions rationnelles et l'intégration.* — M. T. **Carleman** : *Sur un théorème de M. Denjoy.* — M. M. **Hamy** : *Sur la détermination interférentielle des diamètres des étoiles dont l'éclat superficiel n'est pas uniforme.* L'auteur détermine les conditions dans lesquelles l'application de la méthode interférentielle peut s'étendre aux étoiles entourées d'une atmosphère absorbante dont la surface n'est pas uniformément lumineuse. — M. G. **Sagnac** : *La projection de la lumière des étoiles doubles périodiques et les oscillations des raies spectrales.* L'auteur émet l'idée que la concentration de l'énergie des étoiles doubles en un maximum d'éclat est un effet complexe de la projection de l'énergie issue de l'étoile à chaque instant avec la vitesse $C + \Delta v$ par rapport à la Terre (C, vitesse de la lumière; Δv, vitesse radiale). Les éléments d'énergie successivement émis avec des vitesses Δv par exemple, croissantes quand l'étoile vient vers nous, se resserrent en avant et peuvent se superposer ou se dépasser même. Cette interversion est cachée à l'observateur au photomètre; elle est, au contraire, un fait observable au spectroscope.

2° Sciences physiques. — M. L. **Lecornu** : *Quelques remarques sur la relativité.* L'auteur recherche si la déviation einsteinienne des rayons lumineux au voisinage du Soleil ne pourrait être attribuée à l'action combinée de l'attraction newtonienne et d'une force agissant dans le plan de l'orbite, perpendiculairement à la vitesse et proportionnellement à elle. Ses calculs ne sont pas favorables à cette hypothèse et montrent que, dans le voisinage immédiat du Soleil, les phénomènes sont beaucoup plus compliqués qu'on ne le croit. — MM. A. de **Gramont** et G. A. **Hemsalech** : *Sur l'évolution du spectre du magnésium sous l'influence d'actions électriques croissantes. Applications à l'Astrophysique.* Les centres d'émission du Mg peuvent exister dans 5 états différents, dont chacun est caractérisé par l'apparition unique ou la prédominance dans le spectre des types de raies suivants : 1° raies de la flamme; 2° raies d'arc (triplets de série); 3° raies d'arc (série nébuleuse de Rydberg); 4° raies d'étincelles fines; 5° raies d'étincelles élargies. Le dernier état correspond au proto-magnésium de Lockyer. Les effets spectraux des champs électriques intenses sont surtout marqués dans l'étape initiale d'un phénomènes lumineux (arc ou étincelle); au fur et à mesure que la température augmente, l'émission qui dépend de la présence de chutes de potentiel rapides diminue ou même disparaît. — M. J. **Timmermans**, Mlle H. **van der Horst** et M. J. K. **Onnes** : *Les points de congélation de liquides organiques purs comme repères thermométriques aux température inférieures à* 0° C. Les auteurs recommandent de prendre comme repères les corps suivants, dont ils ont déterminé les points de congélation exacts : CCl^4, — 22°,9; chlorobenzène, — 45°,2; chloroforme, — 63°,5; acétate d'éthyle, — 83°,6; toluène, — 95°,1; CS^2, — 111°,6; éther éthylique (forme stable), — 116°,3; (forme instable), — 123°,3; méthylcyclohexane, — 126°,4; isopentane, — 159°,6. — M. D. **Coster** : *Sur la série L du spectre des rayons X.* L'auteur fait ressortir la divergence de ses résultats avec ceux de M. Dauvillier. — M. **Bedeau** : *Mesure de la constante diélectrique des gaz et vapeurs au moyen des circuits à ondes entretenues.* — MM. C. E. **Guye** et R. **Rüdy** : *Nouveau mode de détermination des diamètres moléculaires par la rotation électromagnétique de la décharge dans les gaz.* Contrairement à l'opinion admise, les expériences des auteurs prouvent que la vitesse de rotation de la décharge électrique dans les gaz n'est pas inversement proportionnelle à la densité du gaz, mais bien au produit du carré du diamètre moléculaire par cette densité. — MM. L. **Guillet** et J. **Cournot** : *Sur la variation des propriétés mécaniques des métaux et alliages aux basses températures.*

Une augmentation générale de dureté a été constatée au refroidissement. La fragilité aux basses températures est une caractéristique de la ferrite ; le Ni et le Cu, au contraire, n'amènent pas de fragilité. Les aciers spéciaux perlitiques au nickel présentent une grande fragilité dans l'air liquide. — MM. **P. Jolibois** et **R. Bossuet** : *Relations entre les différents oxydes d'uranium.* La décomposition de UO^3 est irréversible dans le vide et donne naissance à l'oxyde U^3O^8 à 502°. L'oxydation de UO^2 en U^3O^8 s'effectue rapidement dans un intervalle de température très restreint à partir de 185°. U^3O^8 est réduit par H en UO^2 de 625° à 650° sans formation d'un composé intermédiaire. U^3O^8 se dissocie complètement en UO^2 et O dans le vide à 2.000°. — **M. P. Lebeau** : *Sur les oxydes d'uranium.* Seuls les composés oxygénés de l'uranium, UO^3, U^3O^8 et UO^2 ont une existence certaine. Les oxydes gris foncé, désignés parfois sous le nom d'oxyde noir, correspondent à UO^3, U^3O^8 et U^3O^8 ; ils sont inaltérables à l'air et peuvent être chauffés jusqu'à 1.000° sous la pression atmosphérique. Les oxydes vert olive préparés à une température inférieure à 800° renferment des quantités variables d'anhydride uranique et sont susceptibles de s'altérer au contact de l'air humide. — **M. H. Pélabon** : *Action du sélénium sur l'or.* Contrairement à ce qu'on a cru jusqu'ici, l'or est attaqué par le sélénium ; il y a échange partiel entre les deux éléments. Le métal fixe du sélénium qui s'élimine difficilement par élévation de température ; le sélénium lui-même prend de l'or. Le sélénium dit β n'est pas un corps pur ; il tient de la poussière d'or en suspension. — **M. Eug. Grandmougin** : *Sur quelques nouveaux dérivés de la sulfobenzide.* — **M. G. Dupont** : *Sur la composition de l'essence de térébenthine d'Alep.* L'essence d'Alep fraîche renferme 95 % de pinène droit, 1,14 % d'acétate de bornyle inactif et 3,8 % de sesquiterpène.

SOCIÉTÉ FRANÇAISE DE PHYSIQUE

Séances du 20 *Janvier* 1922

M. P. Langevin : *Sur la nature des grandeurs et le choix d'un système d'unités électriques.* Contre l'identité de nature des unités de mesure du champ et de l'induction magnétiques, l'auteur présente l'argument suivant : Pour maintenir aux équations de Maxwell une forme invariante dans un changement d'axes de coordonnées, il faut faire subir des transformations différentes aux composantes de H et de B. Ce ne sont donc pas des quantités de même espèce, et l'égalité des mesures du champ et de l'induction dans le vide n'a pas de signification intrinsèque.

SOCIÉTÉ CHIMIQUE DE FRANCE

Séance du 27 *Janvier* 1922

MM. Ch. Moureu et **Ch. Dufraisse** : *Sur l'autoxydation : les antioxygènes.* L'interprétation de remarques faites au cours d'un travail sur les modes d'altération de l'acroléine a conduit les auteurs à supposer que certains corps, ajoutés en proportions infimes à des substances autoxydables, devaient empêcher ces substances de fixer l'oxygène libre. L'expérience a confirmé leurs vues théoriques et a montré que les phénols possédaient la propriété de s'opposer à l'action de l'oxygène sur les substances autoxydables. Les corps qui jouissent de cette propriété ont reçu le nom d'*antioxygènes*. Les expériences de vérification ont porté sur de nombreux composés à fonction phénolique et sur les substances autoxydables les plus variées. Suivant la nature des phénols et leurs proportions, on peut observer toute la gamme des actions inhibitrices jusqu'à la suppression complète, au moins en apparence, de toute action de l'oxygène. Les phénols qui se sont révélés les plus actifs sont la pyrocatéchine, l'hydroquinone et le pyrogallol ; le phénol ordinaire et la résorcine le sont peu. La phloroglucine, opposée à l'acroléine, non seulement n'a pas ralenti l'oxydation de cet aldéhyde, mais encore a même paru l'accélérer : ce résultat ne doit pas surprendre outre mesure, puisque la phloroglucine se comporte souvent non comme un triphénol, mais comme une tricétone. L'activité de certains phénols peut être considérable. C'est ainsi que l'hydroquinone paraît arrêter toute oxydation de l'acroléine à la dose de 1/20.000 et manifeste encore une certaine action retardatrice à la dose de 1/1.000.000. La durée d'action paraît être aussi très grande, ainsi que cela ressort tout d'abord des expériences réelles de conservation effectuées sur divers corps altérables et prolongées pendant plusieurs années. De plus, le phénol introduit ayant été retrouvé en grande partie inaltéré après de longues périodes, son action n'a pas de raison de s'atténuer rapidement avec le temps. En même temps qu'ils fixent l'oxygène libre, les corps autoxydables manifestent souvent certaines réactions secondaires, des condensations en général, qui se traduisent extérieurement par diverses modifications de l'apparence du produit. C'est ainsi qu'il se produit des changements de teinte, des précipités, de l'épaississement, du durcissement, du rancissement, etc. En même temps qu'ils ralentissent le phénomène primitif d'autoxydation, les phénols ralentissent aussi les phénomènes secondaires dont il vient d'être parlé : le furfurol ne noircit plus, l'acroléine ne précipite plus de disacryle, le styrolène ne se charge plus de métastyrolène, l'huile de lin se maintient fluide même si on l'expose à l'air en couches minces (trois ans d'observation), les corps gras ne rancissent plus, etc. Les auteurs se sont préoccupés de pénétrer le mécanisme de l'action antioxygène et ils exécutent actuellement des expériences en vue de vérifier l'hypothèse qui leur a paru la plus vraisemblable. D'ores et déjà ils croient pouvoir rapporter cette action à une action catalytique. On remarquera combien cette catalyse doit être active puisque, dans l'exemple cité plus haut (1/20.000 d'hydroquinone dans l'acroléine), une molécule d'antioxygène préserve de l'oxydation quarante mille molécules de corps autoxydable. Les faits rapportés ci-dessus auront sans doute des répercussions dans les sciences biologiques, en raison de l'importance des phénomènes d'autoxydation chez les êtres vivants et aussi de la présence de composés phénoliques dans les divers organismes. Quelques conséquences apparaissent immédiatement. On ren-

contre des phénols très variés et en quantités importantes chez les végétaux; le contraire est constaté chez les animaux. Or, les premiers sont des êtres à vie ralentie, et par suite à oxydations peu intenses, tandis que les seconds, les animaux à sang chaud surtout, ont une vie active et des oxydations intenses. Les phénols ne joueraient-ils pas chez les premiers le rôle d'agents protecteurs contre une action trop vive de l'oxygène ? Des essais effectués en vue d'observer une action retardatrice sur l'autoxydation de l'hémoglobine n'ont pas donné de résultats positifs. La cause en serait peut-être dans l'extraordinaire vitesse avec laquelle l'hémoglobine fixe l'oxygène : l'action des phénols serait trop lente pour donner des effets appréciables dans les conditions habituelles des expériences. Il est vraisemblable, toutefois, que les phénols doivent agir énergiquement sur quelque stade des processus d'oxydation chez les animaux supérieurs. L'on peut en voir une preuve dans leur toxicité, les phénols les plus actifs comme antioxygènes se trouvant être, en même temps, les plus toxiques, et les symptômes de l'intoxication rappelant généralement ceux de l'asphyxie. La considération du pouvoir antioxygène pourra peut-être aussi fournir des renseignements utiles sur divers phénomènes biologiques tels, par exemple, que l'action antiseptique des phénols ou l'action physiologique de certaines toxines ou des venins. Enfin, en pharmacologie, l'action antithermique de certains médicaments recevra sans doute quelque éclaircissement de la notion d'antioxygène. D'une part, en effet, les phénols sont des antithermiques, et vraisemblablement le sont-ils parce qu'ils atténuent l'intensité des oxydations dans l'économie, et, d'autre part, les antithermiques utilisés en thérapeutique sont des substances aromatiques dont on a, dans plusieurs cas, reconnu la transformation dans l'organisme en composés phénoliques, ce qui est de nature à laisser supposer qu'eux aussi agissent, en dernière analyse, comme antioxygènes.

SOCIÉTÉ DE BIOLOGIE

Séance du 21 *Janvier* 1922

MM. **P. Slonimski** et **J. Zweibaum** : *Sur l'excrétion des colorants vitaux par les Infusoires.* Les auteurs établissent l'existence d'un rapport étroit entre l'apparition des granulations B et la formation des « perles ». En effet, chez les individus qui ont déjà éliminé le colorant et ne contiennent plus que très peu de granules B, ceux-ci réapparaissent lorsqu'on ajoute à la culture de nouvelles quantités de colorant; on observe alors de nouveau l'excrétion des perles. — MM. **L. Launoy** et **A. Falque** : *Pouvoir antitryptique normal du sang et choc anaphylactique.* Dans le choc anaphylactique provoquant la mort en 4 ou 5 minutes, la valeur antitryptique du sérum sanguin ne varie pas sensiblement. — M. **A. Richaud** : *Sur le mécanisme physiologique de la paralysie produite par l'arnica.* Chez la grenouille, l'arnica amène la paralysie même dans un membre postérieur qui a été entièrement ligaturé, à l'exception du sciatique. A la période d'état de la paralysie, le muscle et le nerf moteur sont directement excitables, alors que les excitations réflexes ne déterminent plus aucun mouvement. On peut en conclure que l'arnica porte son action sur la moelle, dont elle abolit la conductibilité et le pouvoir réflexe. — M. **H. Busquet** : *Production d'arrêts cardiaques momentanés avec le chlorure d'ammonium* : Sur le cœur isolé de lapin, une solution nutritive avec ammonium, succédant à cette même solution sans ammonium, provoque un arrêt cardiaque momentané, présentant tous les caractères de l'inhibition par le nerf vague, mais attribuable à une action directe de l'ammonium sur le nerf vague. — MM. **H. Cardot** et **H. Laugier** : *Action des fortes concentrations salines sur le bacille lactique.* Les fortes concentrations salines atténuent l'activité du ferment lactique; il est vraisemblable que ce procédé pourra être étendu aux microbes pathogènes. Cette diminution d'activité est passagère et disparaît sur les cultures petites-filles. L'action est peu marquée sur les cultures en état de vie ralentie.

Séance du 28 *Janvier* 1922

M. **F. Maignon** : *Sur l'absence de danger et les avantages de l'administration abondante de corps gras aux diabétiques acétonuriques en état de dénutrition azotée.* Les sujets atteints de diabète spontané, dans la grande majorité des cas, digèrent, assimilent et utilisent parfaitement les graisses, et chez eux l'acétone diminue au lieu d'augmenter avec le régime gras lorsqu'on neutralise les effets hyperacides de celui-ci par l'administration de bicarbonate de soude. Parmi les nombreux diabétiques traités de cette façon, l'auteur n'a jamais enregistré de cas de coma. — MM. **A. Tzanck** et **P. Vallery-Radot** : *Application pratique de la skeptophylaxie digestive à la prophylaxie des crises nitritoïdes.* Pour éviter les accidents consécutifs à l'injection des arsénobenzols, les auteurs ont fait ingérer en série quelques gouttes de solution d'arsénobenzène à tous les malades ultérieurement injectés et ont obtenu dans 18 cas sur 20 un résultat nettement favorable. — MM. **H. Roger** et **L. Binet** : *Le pouvoir lipolytique (lipodiérèse) du sang artériel et du sang veineux.* La lipodiérèse apparaît nettement dans le sang artériel conservé pendant 18 h. à 38° après adjonction de NaF; la proportion des matières grasses diminue d'un tiers environ. Le sang veineux agit peu sur les graisses, en partie parce qu'il ne contient pas assez d'oxygène. — MM. **A. Lanzenberg** et **L. Képinow** : *Glande thyroïde et anaphylaxie.* Les animaux thyroïdectomisés ne donnent pas de choc anaphylactique quand l'éthyroïdation a été totale et pratiquée avant la sensibilisation. La thyroïdectomie pratiquée chez les animaux déjà sensibilisés n'empêche pas le choc.

Le Gérant : Gaston Doin.

Sté Gle d'Imp. et d'Ed., rue de la Bertauche, 1, Sens.

33e ANNÉE N° 5 15 MARS 1922

Revue générale des Sciences pures et appliquées

FONDATEUR : **LOUIS OLIVIER**

DIRECTEUR : **J.-P. LANGLOIS**, Professeur au Conservatoire national des Arts-et-Métiers, Membre de l'Académie de Médecine

Adresser tout ce qui concerne la rédaction à M. J.-P. LANGLOIS, 8, place de l'Odéon, Paris. — La reproduction et la traduction des œuvres et des travaux publiés dans la *Revue* sont complètement interdites en France et en pays étrangers y compris la Suède, la Norvège et la Hollande

CHRONIQUE ET CORRESPONDANCE

§ 1. — Astronomie

Sur une représentation de la force d'inertie due à la rotation de la Terre. — La représentation suivante de la force d'inertie complémentaire due à la rotation de la Terre est parfois commode, par exemple pour voir comment elle va agir, pour orienter son effet par rapport aux points cardinaux, au zénith. Soit à la surface de la Terre un point T animé d'une vitesse relative V_r. Soit C la force d'inertie complémentaire, C étant perpendiculaire à V_r et à la rotation ω, c'est-à-dire à l'axe des pôles, cette force C « *est située sur l'équateur*

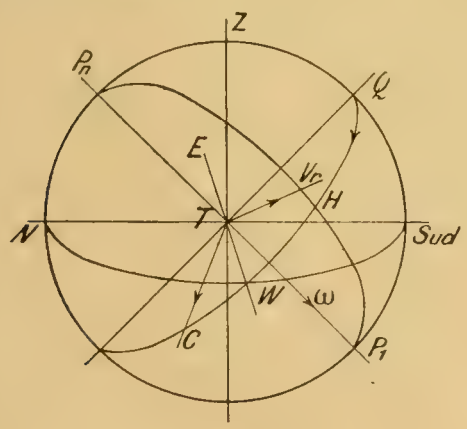


Fig. 1.

de la sphère locale et son angle horaire, c'est-à-dire sa distance au méridien comptée du méridien supérieur vers l'ouest, est égal à l'angle horaire de V_r augmenté de 6^h, HC= 90°, C est pôle de PH.

Exemples : Dans le cas d'un corps en chute libre, l'angle horaire du nadir étant 12^h, celui de C est 18^h ; donc le corps est dévié vers l'est. De plus, dès que cette déviation est commencée, la figure montre que deux autres déviations secondaires interviennent, vers le Sud et vers le haut dans l'hémisphère Nord.

Dans le cas où la vitesse relative est horizontale, les formules de la Trigonométrie sphérique donnent immédiatement pour la composante horizontale C_H :

$$C_H = 2\,\omega\, V_r \sin\varphi.$$

C est indépendante de la direction de V_r dans l'horizon, mais change de signe avec la latitude φ. La figure montre encore que, si un projectile est tiré dans l'ouest horizontalement, la portée est diminuée, qu'elle est augmentée s'il est tirée dans l'est, qu'il y a simplement déviation latérale s'il est tiré dans le sud ou dans le nord.

F. Marguet.

§ 2. — Art de l'Ingénieur

L'utilisation de la force des marées en Grande-Bretagne. — La Grande-Bretagne — qui, pendant un siècle, dut à la richesse de ses houillères une grosse part de sa prospérité extraordinaire — se trouve contrainte aujourd'hui de chercher des éléments d'existence en dehors de ses ressources en combustibles; la captation des forces hydrauliques, dont elle avait pu se désintéresser, la préoccupe maintenant de la façon la plus vive et, comme elle n'est pas très largement dotée à cet égard, elle songe aussi à réaliser pratiquement cette idée que seuls quelques théoriciens avaient caressée jusqu'à ce jour : l'utilisation de la force des marées.

C'est dans les environs de Cardiff, sur le canal de Bristol, que ses ingénieurs se proposent d'établir la première installation de l'espèce; le Severn forme en cet endroit, comme on le sait, un immense estuaire où les marées ont une amplitude beaucoup plus considérable qu'en aucun autre point des côtes de la Grande-Bretagne, de telle sorte que les conditions y sont particulièrement avantageuses pour entreprendre un essai de ce genre, et d'autant plus qu'à d'autres égards aussi l'exécution des installations est favorable à cet endroit.

Aux syzygies la marée totale atteint, dans l'estuaire du Severn, jusqu'à 15 mètres de hauteur; si les variations avaient toute l'année une pareille amplitude, il n'est pas douteux que l'utilisation du flux et du reflux serait extrêmement avantageuse ; malheureusement, il n'en va pas ainsi ; de grands écarts se constatent et, aux quadratures, la hauteur moyenne est de 5 mètres seulement; la chute est donc considérable : elle ne détruit pas cependant l'intérêt du problème et la captation des eaux reste des plus tentante.

La grosse difficulté réside pourtant dans l'inégalité des mouvements sur lesquels on peut compter ; cette irrégularité est particulièrement nuisible par suite du fait que les écarts varient de jour en jour et ne se produisent pas journellement aux mêmes heures ; si l'on pouvait accumuler les eaux, dans des réservoirs de capacité suffisante, le mal ne serait pas grand ; mais cette solution est pratiquement impossible, parce que son application exigerait des sacrifices énormes, hors de proportion avec le résultat que l'on peut en attendre.

Pour mettre cette solution à exécution, il faudrait en effet non seulement établir de puissants barrages, mais encore installer un outillage de turbines et de machines électriques imposant : une partie pour produire directement l'énergie nécessaire, une partie pour alimenter des pompes électriques refoulant l'eau en excès dans les accumulateurs hydrauliques ; on peut concevoir, à vrai dire, que des pompes centrifuges fonctionnent ensuite comme turbines, pour utiliser le retour des eaux; même ainsi simplifiée, l'installation resterait excessivement dispendieuse.

Le Professeur F. C. Lea, qui s'est spécialement occupé de l'étude de ce problème, estime que l'on peut évaluer à 75 °/o le rendement des conduites et des turbines dans une installation de ce genre, à 95 °/o celui des machines électriques, à 60 °/o celui des convertisseurs, transformateurs et lignes de transmission, et à 80 °/o celui des turbines aux barrages, de telle façon que « si toute l'eau devait passer par les réservoirs accumulateurs, l'on n'obtiendrait à l'usine réceptrice pas plus de 32 à 38 °/o de l'énergie disponible ».

L'hypothèse envisagée en l'occurrence est celle d'un bassin de capacité réduite placé à une hauteur aussi grande que possible; on peut imaginer une installation à plusieurs bassins de grandes dimensions, disposés, par exemple, en cascade, et faisant travailler les turbines sous de faibles hauteurs de chute ; mais il est probable que cette combinaison serait encore moins avantageuse que la précédente, au point de vue du rendement général, et qu'elle ne rendrait donc qu'une fraction dérisoire de l'énergie captée, ce qui aurait pour effet de porter à un taux prohibitif les charges de capital afférentes à l'unité d'énergie utilisable.

La meilleure disposition étudiée jusqu'à présent — c'est celle que préconisent les milieux officiels (Ministère des transports) — paraît être d'employer, avec un réservoir d'accumulation surélevé, des turbines conditionnées pour travailler sous des hauteurs de chute variable; avec les hauteurs de chute à prévoir, les unités réalisables pourront avoir une capacité d'un millier de chevaux ; on envisage l'installation de quelques centaines de machines de ce genre, pour arriver à capter une puissance totale de quelque 500.000 chevaux.

Pour restreindre au minimum la capacité du réservoir nécessaire et pour pouvoir faire concourir les turbines du barrage à l'alimentation directe des lignes de transmission, on sera toutefois obligé de recourir à des dispositions spéciales; la combinaison à laquelle vont actuellement les préférences consiste à accoupler les turbines à des dynamos à courant continu et à utiliser le courant de ces dynamos pour alimenter les moteurs de groupes convertisseurs, fournissant du courant alternatif, pour l'alimentation de la ligne de transmission ; on ne peut envisager l'accouplement direct des turbines à des alternateurs, parce que la fréquence et la tension des courants produits seraient trop variables.

Le Dr Wall a proposé de tourner la difficulté en passant à l'emploi de courants alternatifs à fréquence moyenne (ou fréquence téléphonique, quelques centaines de périodes), de façon que la longueur des lignes de transmission corresponde approximativement au 1/4 de la longueur de l'onde de propagation ; ce système ingénieux permettrait d'obtenir directement à l'extrémité des lignes de transmission un courant alternatif à tension constante, utilisable sans difficulté pour les applications thermiques (lumière, chaleur, etc.) et pouvant être converti sans peine, au moyen de redresseurs à vapeur de mercure, en un courant continu à tension constante utilisable par les applications de la force (traction, industrie, etc.).

Cette adaptation d'une idée étudiée depuis un an ou deux par les techniciens français est originale et les spécialistes britanniques la considèrent comme devant retenir l'attention ; à vrai dire, elle est impuissante à réduire le nombre des turbines principales qu'exigerait la captation envisagée ; mais elle éliminerait une moitié de l'outillage que prévoit le projet officiel ; elle constituerait en outre une innovation hardie et qui marquerait probablement une étape nouvelle dans le développement de l'électrotechnique moderne.

Henri Marchand.

§ 3. — Métallurgie

L'industrie du fer en France en 1789 [1]. — Au début de la Révolution, 70 °/o des usines sidérurgiques sont

1. Ministère de l'Instruction publique. Collection de documents inédits sur l'histoire économique de la Révolution française. *L'industrie sidérurgique en France au début de la Révolution*, par Hubert et Georges Bourgin. 1 vol. in-8, Imprimerie Nationale, Paris, 1920. — A. Demangeon : La répartition de l'industrie du fer en France en 1789. *Annales de Géographie*, 15 novembre 1921.

groupées dans les deux régions de l'Est et du Centre : le long de la frontière Nord-Est, sur les plateaux de Champagne et de Bourgogne, en bordure des Vosges, en Franche-Comté, dans le Nivernais, le Berry et le Limousin. Ces deux régions représentent 85 à 90 % de la production totale, 70 % pour celle de l'Est, 20 % pour celle du Centre; la seconde apparaît par rapport à la première comme un foyer d'industrie métallurgique en décadence, d'origine beaucoup plus ancienne. Les autres groupes de moindre importance sont localisés en Normandie, dans les Pyrénées Centrales et Orientales et en Dauphiné.

A la fin du XVIIIe siècle, une usine sidérurgique exige pour vivre la proximité du minerai, du bois et de l'eau ; elle devait donc rechercher, dans les régions forestières pourvues de minerai, les vallées dont les rivières pouvaient actionner les soufflets et les marteaux. L'imperfection et le coût des transports limitent pour chaque usine le périmètre d'exploitation, aussi bien pour le bois que pour le minerai, de telle sorte que les installations sont nombreuses mais de faible importance chacune. On en compte 138 dans la Nièvre, 75 dans l'Isère, 72 dans la Haute-Marne, etc. ; le nombre des ouvriers ne dépasse pas 20 à 30.

Dans les Pyrénées et l'Isère, on exploite des gîtes en place, des minerais en filon, par le procédé de la forge catalane, qui permet d'obtenir directement le fer. Partout ailleurs, on utilise les dépôts ferrugineux, superficiels ou voisins de la surface ; la facilité de l'extraction fait pulluler les usines. Aussi, l'approvisionnement en bois est plus impérieux que celui de minerai, et c'est plutôt par manque de combustible que l'usine menace de s'arrêter. Les hauts fourneaux sont de gros consommateurs de bois, de sorte que, dès le début du XVIIIe siècle, l'Etat est obligé d'édicter des ordonnances pour réglementer et ménager l'exploitation forestière. Les villes qui grandissent font concurrence aux usines sidérurgiques pour leurs besoins de chauffage, ce qui pousse à l'usage de la houille dans les régions où elle est connue.

La fabrication souffre aussi de l'irrégularité du régime des eaux, des sécheresses, des inondations, des gelées ; elle se plaint de l'usage qui est fait des rivières soit pour la navigation, soit pour l'alimentation des canaux. Les difficultés de transport, l'emploi également des forces hydrauliques rapprochent les usines de transformation des hauts fourneaux; chaque région sidérurgique réunit toutes les formes de travail du fer ; parfois même les ateliers voisinent ou se confondent avec les forges. La séparation se produit avec l'amélioration des transports; les usines de transformation vont alors s'établir dans des grandes villes, comme Paris et Lyon, dans des ports, comme Rochefort, Bordeaux, ou dans des régions comme la dépression du Gier et du Furens qui bénéficie du combustible minéral et reçoit son fer de l'Est et des Pyrénées.

Comme le remarque justement M. Demangeon, « le travail du fer ne représente pas pour la France, comme pour l'Allemagne, l'Angleterre et la Haute Belgique, une forme traditionnelle de l'économie nationale. C'est plutôt dans l'art de tisser que la France excelle ». En métallurgie, elle est tributaire de l'étranger et lui achète ce qu'elle ne peut imiter. C'est d'Angleterre que viennent beaucoup d'initiatives nouvelles, notamment la fabrication du fer-blanc et de l'acier ; Saint-Etienne imite Liége pour l'étirage des canons de fusils. Nous produisons presque uniquement pour le marché national, en luttant même difficilement contre certaines importations étrangères. L'exportation commence avec la coutellerie de Thiers, les armes et la quincaillerie de Saint-Etienne ; ce sont déjà des articles finis, bien travaillés, qui peuvent soutenir la comparaison avec les meilleurs produits anglais.

Sauf quelques grands établissements, c'est la petite industrie qui domine, disséminée le plus souvent à travers la campagne où elle reste en rapport avec le milieu rural ; le paysan devient ouvrier pendant l'hiver ; le travail agricole et le travail industriel se soutiennent mutuellement. On peut déjà noter cependant quelques signes d'évolution. C'est d'abord l'emploi de la houille dans beaucoup d'usines ; partout où l'on peut se la procurer à bon compte, elle représente une grosse économie sur le charbon de bois. Mais elle demeure exclue des hauts fourneaux, tant que l'on ne saura pas la transformer en coke, à l'imitation de ce que l'on fait en Angleterre. C'est ensuite la fondation de l'usine du Creusot (1781-85), qui inaugure le nouveau régime industriel en métallurgie ; elle s'installe près d'un bassin houiller, remplace le charbon de bois par le coke, et les forces hydrauliques par des « machines à feu », première application de l'emploi de la vapeur, « vrai cours d'eau artificiel », dit un document de l'époque. Enfin, la nouvelle usine bénéficie encore d'améliorations dans les transports : le canal du Centre s'ouvre à la navigation à la fin de 1793, et l'on installe la première voie ferrée de type anglais, composée de rails de fonte, supportés par des traverses en bois et sur lesquels on fait rouler les wagons de charbon. En introduisant, d'un coup, tous les perfectionnements anglais, l'usine du Creusot a joué un rôle exceptionnel dans l'histoire de la métallurgie française [1].

Pierre Clerget.

§ 4. — Biologie

La « castration parasitaire » des Arthropodes. — A diverses reprises, les zoologistes ont décrit des Insectes ou des Crustacés offrant des modifications des caractères sexuels corrélatives à la présence d'un parasite.

Dès 1879, J. Pérez signalait les curieuses inversions de caractères sexuels secondaires présentées par des Andrènes (Hyménoptères) des deux sexes, parasités par des *Stylops*. Bien que n'étant pas directement touchées, les gonades étaient plus ou moins atrophiées. Giard, à la suite de ses études sur les Crabes sacculinisés [2], attira l'attention sur les phénomènes de cet ordre et les

1. Cf. Pierre Clerget : L'évolution de la sidérurgie française de 1864 à 1910. *Revue générale des Sciences*, 15 mars 1921.

2. Les Sacculines adultes se présentent sous la forme d'un sac fixé à la face inférieure de l'abdomen d'un Crabe. L'étude de leur développement a démontré qu'elles appartenaient au même groupe que les Anatifes et les Balanes (Crustacés cirripèdes).

réunit, en 1887, sous le nom de *castration parasitaire*. Sans méconnaître la complexité du problème, il admettait que « la modification des caractères sexuels extérieurs est le résultat de la lésion profonde des glandes génitales ». Il était tout naturel, à cette époque, de comparer les faits présentés par les Insectes et les Crustacés infestés avec les aberrations déterminées chez les Vertébrés par la castration expérimentale. Mais de semblables perturbations morphologiques sont-elles effectivement provoquées, chez les Arthropodes, par l'extirpation ou la destruction des gonades?

Des opérations de cet ordre ont pu être menées à bien chez les Insectes, notamment sur des chenilles, par plusieurs expérimentateurs [1]. Elles ont toujours donné des résultats négatifs, même lorsqu'on les faisait suivre de la transplantation des gonades du sexe opposé. Les caractères externes des Papillons châtrés ne sont nullement modifiés. D'autre part, Kornhauser a apporté, en quelque sorte, la contre-épreuve de ces expériences en montrant qu'un parasite : *Aphelopus theliæ* pouvait modifier les caractères sexuels secondaires d'un Hémiptère : *Thelia bimaculata*, tout en laissant les gonades intactes [2].

La castration expérimentale des Crustacés semble présenter des difficultés pratiques insurmontables, mais les indications que cette opération pourrait procurer sont, en partie, fournies par diverses observations. Celles-ci s'accordent pour mettre en évidence l'absence de liaison entre les variations des caractères somatiques et l'état des glandes génitales.

L'étude de la castration parasitaire des Décapodes a été reprise par G. Smith (1906-1914), qui a montré que la présence d'un parasite modifie profondément le métabolisme général de l'hôte et peut ainsi influer, à la fois, sur tous les caractères sexuels, primaires et secondaires. Dans certains cas, très significatifs, l'auteur a remarqué qu'il se formait, après le départ du parasite, des ovules rudimentaires dans les gonades d'individus mâles (*Eupagurus excavatus*, *Inachus scorpio*). La modification des caractères primaires était donc postérieure à l'inversion des caractères secondaires. Récemment, R. Courrier [3], examinant un grand nombre de Crabes sacculinisés, a constaté qu'il n'y avait aucun parallélisme entre le degré d'atrophie des testicules et l'importance de la féminisation extérieure. J'ai pu faire chez des Cladocères des observations tout à fait concordantes. Certaines femelles de *Daphnia atkinsoni*, parasitées par une Microsporidie, étaient complètement stériles et les coupes ne laissaient plus distinguer aucune trace d'ovaire. Cette véritable castration parasitaire n'était pourtant accompagnée d'aucune aberration des caractères morphologiques externes. Par contre, dans d'autres lignées appartenant à la même espèce, on pouvait trouver des individus femelles, plus ou moins masculinisés, mais ayant des ovaires morphologiquement et physiologiquement normaux. L'étude des gynandromorphes et des intersexués montre, d'ailleurs, que les caractères primaires et secondaires se modifient indépendamment les uns des autres.

Les faits qui sont rapportés ici, auxquels on pourrait joindre beaucoup d'autres, semblent bien établir que, chez les Arthropodes, l'apparition ou le maintien des caractères sexuels secondaires ne dépend pas, comme chez les Vertébrés, d'hormones sécrétées par les gonades ou par des glandes annexes, et qu'il ne faut pas se hâter d'étendre à tous les groupes zoologiques les conclusions dégagées de l'étude d'un seul embranchement.

R. de La Vaulx.

1. Oudemans (1899), Kellogg (1904), Meisenheimer (1908), Kopec (1911).
2. *Jour. of Morph.*, 1919, p. 531.
3. *C. R. Ac. Sc.*, oct. 1921.

§ 5. — Géographie et Colonisation

Une préparation d'ascension du mont Everest. — Malgré toutes les diverses difficultés d'accès du massif de l'Himalaya, qui est la chaîne de montagnes la plus étendue du monde et celle renfermant les sommets les plus élevés, de nombreuses expéditions ont déjà profondément pénétré dans cette zone et elles en ont rapporté de très précieuses connaissances scientifiques, mais les points culminants n'ont pu être encore atteints. Actuellement un très important projet, qui a été organisé et est déjà entré en commencement d'exécution, a pour but d'effectuer l'ascension du plus haut sommet de tous, le mont Everest, et tout porte à croire que le magnifique résultat désiré sera obtenu.

Le mont Everest a une altitude généralement estimée à 8.840 mètres [1]; c'est le colonel Everest, directeur du Service géographique des Indes, qui, le premier, a pris la mesure de cette montagne et, pour cette raison, son nom lui a été donné. Très couramment on voit attribuer à cette même montagne le nom de Gaurisankar, mais comme l'a montré le colonel Wood en 1903, ce nom appartient à un autre sommet distinct du premier et qui ne dépasserait pas 7.143 mètres. C'est sur la frontière même séparant le Népal, qui fait partie de l'Empire anglais des Indes, du Tibet, pays qui dépend de la Chine et où on ne laisse guère pénétrer les voyageurs, que se dresse cette formidable cime. Aux difficultés physiques s'en ajoutaient donc d'ordre politique. C'est pour ce motif surtout que jusqu'ici l'on n'a pas fait porter les essais d'ascension du côté de l'Everest. Les voyages d'exploration ont plutôt été dirigés dans le Népal même, vers les zones dominées par d'autres grands sommets, comme le Kinchinjinga, haut de 8.580 mètres et situé également à la frontière du Tibet. On a aussi beaucoup exploré la chaîne du Karakoroum, séparée de l'Himalaya par le cours supérieur de l'Indus, où se trouve le pic K^2 ou mont Godwin-Austen, la seconde cime du monde, haute de 8.620 mètres, après laquelle vient en troisième rang le Kinchinjinga. Mais ces sommets n'avaient pas davantage été atteints [2].

Ce fut seulement après de longues négociations diplomatiques avec le Gouvernement de Lhassa que l'interdit

1. On lui a même assigné 8.882 mètres. De même, on trouve aussi quelques nouveaux chiffres indiqués pour les autres grands sommets.
2. Ne pouvant mentionner ici toutes les explorations déjà faites dans l'Himalaya, nous nous bornons à renvoyer à de précédentes indications données par nous dans la *Revue* : 1903, p. 801-802; 1907, p. 568-570.

permanent de pénétration fut levé et que l'Angleterre put songer à organiser l'expédition. Des tentatives déjà essayées en 1907 n'avaient pu aboutir. Pour avoir la certitude de pouvoir exécuter le projet dans des conditions favorables, il fallait obtenir ce consentement du Tibet, car c'est à travers son territoire, par le versant septentrional de la chaîne, que la montagne paraît être le plus facilement accessible.

D'après le plan qui fut alors formé, on se proposait bien en effet de tenter l'ascension de l'Everest par le versant nord, car on avait toujours reconnu qu'au sud il était inabordable en raison de l'altitude générale de la région. Pour arriver à réaliser cette grande entreprise, on envisageait avec raison comme nécessaire de faire une reconnaissance aussi complète que possible du Tingri Maidan supérieur, dans le Tibet, et de toutes les régions entourant les pentes septentrionales de l'Everest, afin d'en rechercher les meilleures conditions d'accès. C'est de Darjeeling que l'on comptait partir pour gagner le Tibet par l'une des vallées montant vers Kampa Dzong. Ce plan concordait avec celui déjà adopté à l'occasion du projet qui avait été formé en 1906-1907, mais auquel il n'avait pu être donné aucune suite.

Il fut décidé que l'expédition comprendrait deux campagnes successives. La première, ayant lieu en 1921, devait avoir pour objet d'explorer tout le versant nord de l'Everest, afin de rechercher quelles pouvaient être de ce côté les voies d'accès possibles vers le sommet, et en même temps en quels points on pouvait établir pratiquement des dépôts de provisions et de matériel. La seconde expédition, guidée par les travaux de la première, devait, en 1922, tenter l'ascension. Il avait été décidé que la caravane comprendrait deux groupes : l'un composé de topographes, devant s'occuper exclusivement de l'exécution de la carte ; l'autre composé d'alpinistes, devant prévoir tout ce qui concerne l'escalade. C'est le colonel Howard Bury qui a été désigné comme chef de cette grande mission anglaise.

La première expédition est partie de Darjeeling les 18 et 19 mai 1921 en deux détachements. C'est le major H. T. Morshead qui était chargé du service topographique. L'expédition comprenait en totalité une douzaine de membres. Munie d'une équipe considérable, la mission avait pu transporter un matériel très complet pour toutes les observations géographiques et scientifiques. La route suivie fut la vallée de Chumbi, par le col de Jelep La et Phari, à l'est de la vallée de la Tista, mais elle était beaucoup plus favorable que celle-ci. De Phari l'expédition gagna Kampa Dzong, d'où elle se dirigea du côté de l'ouest vers le nord de l'Everest. Mais un petit groupe suivit en même temps la vallée de la Tista pour corriger quelques-unes des cartes du Sikkim.

L'expédition poussa jusqu'à Tingri Dzong, qui est juste en face du versant nord du géant de l'Himalaya. Pendant le mois de juillet, tout ce versant ainsi que le nord-ouest ont été explorés avec le plus grand soin, mais ce fut une déception pour le colonel Howard Bury et ses collaborateurs d'être amenés à conclure que les versants nord et ouest du pic étaient impraticables pour une ascension. Ils avaient pu reconnaître eux aussi que du côté sud, également, il n'y avait aucun espoir de réussite. Il ne restait plus qu'à étudier la région de l'est.

L'expédition quitta alors Tingri Dzong et alla s'installer à Kharta, village situé dans la haute vallée de l'Arun, à 32 kilomètres de l'Everest, afin de rechercher les possibilités que pouvait offrir cette zone. Le 22 septembre, six membres, avec 26 coolies, parvinrent à un col qui commande la haute vallée du Kharta Sangpo et qui est situé à 6.900 mètres, sur l'arête nord-est de l'Everest. Ils établirent leur camp à 7.200 mètres et, le surlendemain, après avoir franchi un glacier très accidenté, trois des explorateurs parvinrent à prendre pied sur l'arête nord-est du mont Everest lui-même. La voie d'accès était trouvée pour gravir le sommet, et la mission est rentrée à Darjeeling tout à la fin d'octobre.

Nous ne pouvons donner ici un exposé détaillé de toutes les longues reconnaissances effectuées par cette expédition pendant près de six mois [1], mais nous tenons à faire remarquer que ce furent de sérieuses explorations ayant donné d'importants résultats géographiques et scientifiques, dont beaucoup intéressent la géologie. C'est ainsi, par exemple, que de grands glaciers ont été découverts, tel celui de Khombu, long de près de 20 kilomètres, au nord de l'Everest. Mais il a été fait aussi de nombreuses recherches ethnographiques, zoologiques et botaniques. Une série considérable de photographies a été rapportée. Durant cette première campagne, l'expédition britannique a exploré et cartographié un territoire à peu près grand comme la Belgique et complètement inconnu jusqu'ici.

La seconde expédition, qui doit définitivement tenter cette année l'ascension, en se basant sur toutes les informations recueillies par la première, se prépare à partir incessamment.

G. Regelsperger.

1. De nombreux détails ont été donnés dans le *Times*, le *Graphic*, le *Geographical Journal*, *La Géographie*. Voir aussi un important article de M. Charles Rabot dans *L'Illustration*, 29 octobre 1921.

LES ISOTOPES ET LA SPECTROGRAPHIE DE MASSE

Le problème de la constitution de la matière est un de ceux qui n'ont cessé d'occuper la pensée scientifique depuis l'antiquité la plus reculée, et les conceptions ont grandement varié avec les époques.

Au XIXe siècle, après les immenses travaux des Dalton et autres créateurs des théories chimiques modernes, on connaît un certain nombre de corps simples ou éléments qu'on considère comme indécomposables en constituants plus élémentaires. La matière, non divisible à l'infini, se réduit en dernière analyse à des particules très petites et insécables, nommées *atomes*. Les atomes se soudent entre eux pour former des *molécules*. Dans les corps simples, les molécules sont formées d'atomes tous de même nature. Dans les corps composés, des atomes d'espèce différente sont réunis dans la molécule, phénomène désigné sous le nom de *combinaison*.

Chaque élément se distingue par son poids atomique ou masse chimique de combinaison, et nombreuses sont les systématiques essayées successivement pour rechercher si les valeurs des diverses masses atomiques sont reliées par une loi.

Une tentative de ce genre, particulièrement intéressante, fut celle de Mendéléef, qui s'aperçut qu'en classant les éléments par poids atomiques croissants, ils reprennent périodiquement des propriétés analogues. Le tableau dressé par Mendéléef comportait encore des places vides; certains des éléments manquants furent découverts plus tard, précisément avec les propriétés qu'il avait été possible de leur prévoir, et ce ne fut pas un petit succès pour la théorie.

Les substances radioactives vinrent à leur tour et purent, elles aussi, se situer dans la classification de Mendéléef. Grâce aux lois de Soddy, les caractères de leur rayonnement suffisent pour déterminer, en même temps que leur poids atomique, leur numéro d'ordre dans le tableau, c'est-à-dire leur *nombre atomique*. A ce moment, il ne s'agit plus seulement de combler des cases vides, mais il y a encore surabondance d'éléments pour une même case. Plusieurs éléments de poids atomiques différents ont le même nombre atomique et possèdent, par ailleurs, des propriétés physiques et chimiques pratiquement identiques. C'est à de tels éléments que Soddy donne le nom d'*isotopes*.

Ces circonstances remarquables, observées pour la première fois par Rutherford et ses élèves, modifient profondément notre conception de l'atome. Toute la chimie radioactive comprend de nombreux isotopes. Le radium et le mésothorium I forment un couple de cette nature: à part leur rayonnement, ils sont indiscernables et, une fois réunis, ils ne se laissent plus séparer.

D'après les idées actuelles, qui envisagent l'atome comme un noyau positif autour duquel gravitent des électrons, les propriétés chimiques, qui ne dépendent que des électrons périphériques de l'atome, sont constantes dans un même groupe d'isotopes; au contraire, une propriété nucléaire, telle que le rayonnement, différencie nettement les isotopes d'un même groupe.

A l'appui de cette manière de voir, les découvertes de Moseley sont venues montrer qu'en effet les propriétés chimiques ne dépendent pas du poids atomique, mais de quelque chose que les physiciens modernes considèrent comme plus fondamental, le nombre atomique. Le nombre atomique d'un élément est le nombre d'unités de charge positives du noyau de l'atome; il n'est donc pas un simple numéro d'ordre. Dire que l'hydrogène, l'hélium, le lithium occupent les trois premiers rangs, c'est dire que leurs charges nucléaires sont respectivement 1, 2 et 3.

***

Les recherches de Sir J. J. Thomson apportèrent une éclatante confirmation des vues de Soddy, en démontrant que l'isotopie n'est pas particulière aux éléments radioactifs, mais qu'elle se présente, au contraire, comme une propriété beaucoup plus générale.

Les lecteurs de la *Revue générale des Sciences* ont été tenus au courant de ces travaux[1]. Rappelons-en brièvement les grandes lignes.

Les rayons positifs, qu'on peut obtenir en arrière de la cathode perforée d'un tube à décharge ordinaire, constitués par des particules, molécules et atomes des gaz présents, sont capables d'illuminer certaines substances fluorescentes et d'impressionner la plaque photographique. Ils subissent, de la part du champ électrique et de la part du champ magnétique, des déviations proportionnelles à $\frac{e}{mv^2}$ et $\frac{e}{mv}$, e étant la charge d'une particule, m sa masse, v sa vitesse. Dans la technique de Thomson, où

1. S. Veil : *Revue générale des Sciences*, p. 664; 192.

un champ électrique et un champ magnétique appliqués simultanément produisent des déviations rectangulaires, les points de même $\frac{e}{m}$ se trouvent sur une même parabole. La charge e étant connue comme la charge d'un ion ou un de ses multiples, il reste, pour connaître m en valeur relative à partir d'une base donnée, à effectuer des mesures graphiques.

On aperçoit immédiatement tout l'intérêt du procédé pour l'étude des isotopes, puisque chaque espèce de particule trace sa parabole propre et se distingue ainsi de chacune des autres espèces de particules. Sur un échantillon de néon qu'il tenait de Sir James Dewar, Sir J. J. Thomson remarqua que ce gaz inactif se comporte d'une façon anormale. Tandis que tous les éléments précédemment examinés donnent des paraboles simples ou paraissant telles, celle du néon est double. La courbe la plus brillante correspond grossièrement à un poids atomique de 20, une courbe moins accentuée à un poids atomique de 22, le poids atomique chimique du néon étant 20,20, ainsi qu'il résulte des mesures de densité si précises de Watson. Il n'est pas possible d'attribuer cette ligne à un composé, et il faut admettre qu'elle correspond à un constituant élémentaire du néon jusque-là inconnu. Ce résultat est d'autant plus intéressant que le néon est l'élément le plus léger dont le poids atomique s'écarte notablement d'une valeur entière.

***

La méthode de Sir J. J. Thomson donnait déjà la solution d'un grand nombre de problèmes.

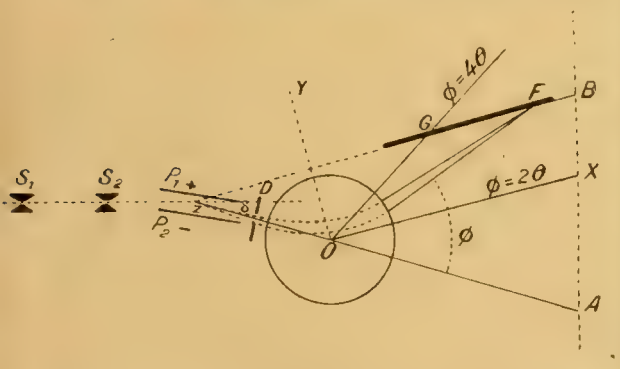


Fig. 1. — *Principe de la méthode focus de F. W. Aston.*

Cependant F. W. Aston se proposa de gagner encore en précision et en intensité par la concentration des rayons de chaque espèce en un foyer. Pour les rayons lumineux, dans les instruments d'optique, ce but est rempli, généralement, à l'aide de lentilles, et, dans le cas présent, on pouvait concevoir des analogues, lentilles électriques ou magnétiques, plateaux ou pièces polaires de formes appropriées.

Aston parvint à mettre au point un dispositif qu'il désigne du nom de *focus* et qui permet d'obtenir la convergence cherchée. Le schéma en est reproduit dans la figure 1.

Voici comment l'auteur expose le principe de sa méthode :

Le faisceau positif, étalé en arrière de la cathode en un spectre électrique au moyen des plaques parallèles P_1, P_2, peut, après son passage dans le champ électrique, être considéré comme provenant d'une source virtuelle Z, à moitié chemin dans le champ sur la ligne $S_1 S_2$. Diaphragmé en D, il passe dans l'entrefer d'un électroaimant. Le champ entre les pièces polaires, figurées ici par un cercle, est uniforme et tel qu'il dévie les rayons dans une direction opposée à celle du champ électrique précédent.

Soient Θ et Φ les angles, comptés algébriquement, sous lesquels le pinceau de rayons est assujetti à traverser les champs électrique et magnétique X et H. On a pour de petits angles, approximation suffisante en pratique :

$$\Theta v^2 = lX\frac{e}{m} \qquad (1) \qquad\qquad \Phi v = LH\frac{e}{m} \qquad (2)$$

l et L étant les longueurs des parcours des rayons dans les champs X et H.

Dans d'étroites limites déterminées par le diaphragme, Θv^2 et Φv sont constants pour tous les rayons de $\frac{e}{m}$ donné et l'on a :

$$\frac{d\Theta}{\Theta} + 2\frac{dv}{v} = 0; \qquad\qquad \frac{d\Phi}{\Phi} + \frac{dv}{v} = 0.$$

En éliminant v entre les équations :

$$\frac{d\Theta}{\Theta} = 2\frac{d\Phi}{\Phi}.$$

Afin de voir le plus simplement possible comment cette relation peut être utilisée pour obtenir la convergence du faisceau, supposons que les angles, exagérés sur la figure, soient petits et que le champ agisse comme s'il était concentré au centre O des pièces polaires. Si b est la longueur ZO, le groupe choisi s'étendra jusqu'à une largeur $bd\Theta$ de O, et à une distance ultérieure, la largeur sera :

$$bd\Theta + r(d\Theta + d\Phi) = d\Theta\left[b + r\left(1 + \frac{\Phi}{2\Theta}\right)\right]. \qquad (3)$$

Les déviations électrique et magnétique étant dans des directions opposées, Θ est un angle négatif. Posons $\Theta = -\Theta'$.

L'expression (3) s'annule pour une valeur de r telle que

$$r(\Phi - 2\Theta') = b.2\Theta',$$

équation qui apparaît correcte pour de larges pièces polaires.

Par rapport aux axes OX, OY, le foyer a pour coordonnées $r \cos(\Phi - 2\Theta')$ et $r \sin(\Phi - 2\Theta') = r, b. 2\Theta'$, tant que la position du diaphragme reste fixée. Les foyers se trouvent alors tous sur la droite ZF, menée par Z parallèlement à OX, et si l'on place suivant cette droite une plaque photographique ou un écran fluorescent de willémite, on obtient ce que F. W. Aston nomme *spectre de masse* des éléments considérés.

Nous n'entrerons pas dans le détail de l'appareil. Parlons seulement de la façon dont les résultats se présentent. La figure 2 reproduit les spectres de masse de quelques éléments.

Les spectres, lus au moyen de spectres de référence parfaitement connus, sont interprétés au moyen de la règle empirique de Sir J. J. Thomson. L'éminent savant, dans sa méthode d'analyse de la parabole, remarque en effet sur un très grand nombre de clichés que seuls les atomes sont susceptibles de porter plus d'une charge. Si donc on appelle lignes du premier ordre celles qui se rapportent à une charge simple, lignes du second ordre celles qui se rapportent à une charge double, etc., à des molécules ne correspondent que des lignes du premier ordre; les atomes ont le privilège de pouvoir posséder des lignes d'ordre multiple.

Cette règle, qui admet cependant quelques exceptions, est utilisée pour différencier les atomes des molécules.

Les lignes de référence choisies sont d'abord celles de l'oxygène, adopté comme étalon (masse atomique 16), et donnant, avec la ligne moléculaire 32, les lignes atomiques 16 et 8 du premier et du second ordre. A ces lignes s'ajoutent celles du carbone et de ses composés oxygénés, c'est-à-dire les lignes atomiques 12 et 6 de C, les lignes moléculaires 28 de CO et 44 de CO^2. D'autres lignes de référence sont encore fournies par les hydrocarbures.

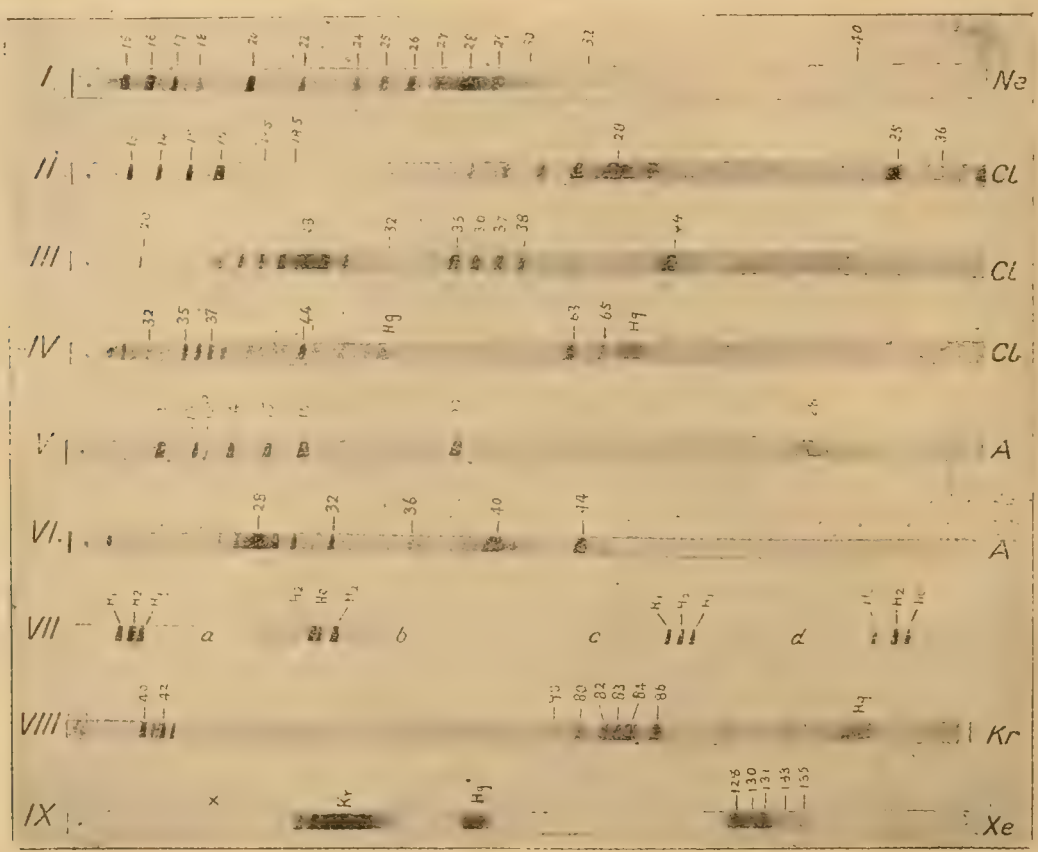


Fig. 2. — *Spectres de masse de quelques éléments.*

L'ordre dans lequel les différents éléments sont examinés a son importance, car, dans la plupart des cas, il est impossible d'éliminer tel élément avant que le suivant ne soit introduit. Il est très difficile, soit par nettoyage, soit par épuisement, de rendre le tube à son état primitif; les gaz sont occlus dans les parois et ne disparaissent que graduellement, à la suite de décharges répétées.

*
* *

Après l'étude de l'*oxygène* (P. A. 16 pris comme base) et du *carbone* (P. A. 12), Aston aborde celle du *néon* (P. A. 20,20), afin de préciser les résultats de Sir J. J. Thomson. A partir d'un mélange d'oxyde de carbone et de néon, il obtient un spectre composé des lignes 10, 11, 20 et 22, ce qui confirme l'existence des néons Ne_{20} et Ne_{22}, donnés ici par leurs lignes du premier et du second ordre. D'après le calcul, ces constituants doivent se trouver dans le rapport de 90 à 10, ce qui semble d'accord avec l'intensité des lignes. Sur les spectres les plus nets, il y a en outre de très faibles indications d'une ligne correspondant à un isotope de masse 21, qui doit encore rester douteux.

Le *chlore* (P. A. 35,46), considéré ensuite par Aston, est étudié au moyen du gaz phosgène $COCl^2$. Son spectre se compose des lignes 35 et 37, avec les lignes plus faibles 17,5 et 18,5; les premières appartiennent au spectre du premier ordre du chlore, les secondes à celui du second ordre. Le chlore se révèle par suite comme constitué par deux isotopes de poids atomiques 35 et 37, dont on ne peut jusqu'à présent fixer les proportions relatives. D'autres lignes appartiennent à des composés des deux espèces de chlore; dans tous les spectres où le chlore est présent, on peut distinguer une faible ligne à 39 et il est possible qu'il s'agisse là d'un troisième isotope. Aston a retrouvé plus tard ces résultats par une autre voie. Par élévation de la pression entre les fentes, il se forme des rayons négativement chargés dont on peut obtenir le spectre de masse en renversant le sens des champs d'analyse. Ces spectres, beaucoup moins intenses que les autres, ne montrent pour le chlore que les lignes 35 et 37; la ligne 39, trop peu marquée sur le spectre normal, ne pouvait être attendue ici.

L'*argon* [P. A. 39,88 (Ramsay); 39,91 (Leduc)], examiné après le chlore, possède un constituant principal à 40, reproduit dans le second et le troisième ordre à 20 et à 13,33. Une faible ligne à 36 dénoterait la présence d'un second isotope, qui devrait exister dans la proportion d'environ 3 %, pour rendre compte du poids atomique fractionnaire déterminé à partir de la densité.

L'*azote* (P. A. 14,01) n'offre aucune caractéristique anormale. Sa ligne atomique du premier ordre se confond avec la ligne de CH^2 et sa ligne moléculaire avec celle de CO. Sa ligne atomique du second ordre apparaît exactement à 7. L'azote se présente donc comme un élément simple, ce que son poids de combinaison faisait prévoir.

L'*hydrogène* (P. A. 1,008) et l'*hélium* (P. A. 3,99) ont été examinés à la fois et comparés par un artifice spécial d'encadrement, leurs lignes se trouvant dans une région très éloignée des lignes de référence. Le champ magnétique maintenu constant, on fait varier le champ électrique du simple au double : en opérant ainsi, toutes les masses dans le rapport de 2 à 1 viennent coïncider. Comme cette coïncidence serait malaisée à observer, on ajoute, puis on retranche au potentiel le plus élevé un petit potentiel supplémentaire. On obtient un spectre où deux lignes se trouvent de part et d'autre d'une troisième, symétriquement si les masses sont bien dans le rapport de 2 à 1, ce qui arrive pour la molécule et l'atome d'hydrogène. L'hydrogène est un élément pur et son poids atomique est bien 1,008.

La nature de H^3, hydrogène triatomique, est établie sans aucun doute. La masse de He est inférieure à deux fois celle de H^2, comme le procédé d'encadrement le laisse voir (fig. 2).

Le *krypton* (P. A. 82,92) et le *xénon* (P. A. 130,2) sont aussi étudiés simultanément. Le krypton est caractérisé par un groupe de cinq fortes lignes à 80, 82, 83, 84, 86 et une sixième faible à 78, groupe bien reproduit au second et au troisième ordre, avec les mêmes intensités relatives. C'est là le premier exemple d'isotopes ne différant que d'une unité. Le xénon conduit à des résultats plus incertains. Ses lignes paraissent être au nombre de 5 et suivre la loi des nombres entiers. Son étude, reprise ultérieurement avec un échantillon contenant une plus forte proportion de xénon, montre en effet cinq lignes fortes à 129, 131, 132, 134, 136, avec de faibles indications à 128 et 130, donnant la possibilité de deux isotopes complémentaires.

Le *mercure* (P. A. 200,6) avait son spectre à peu près sur toutes les plaques, à cause de la présence constante de vapeur de mercure dans le tube, circonstance d'ailleurs avantageuse pour le fonctionnement régulier de la décharge. Le spectre du mercure révèle deux constituants à 202 et 204 ; on constate en outre une bande s'étendant de 197 à 200. Signalons, en passant, que tout récemment la séparation partielle des deux isotopes du mercure a été tentée à Copenhague par Bronsted et Hevesy ; ces auteurs, en opérant soit par évaporation dans le vide et recondensation sur paroi extrêmement refroidie, soit par effusion, sont parvenus, après un grand nombre d'opérations successives, à obtenir des fractions extrêmes dont les densités diffèrent de 1/2 %.

Le *bore* (P. A. 10,90), le *fluor* (P. A. 19,0) et le *silicium* (P. A. 28,30) ont été étudiés ensemble. Aston utilise, additionné d'une grande quantité

de CO^2, du trifluorure de bore, préparé à partir d'acide borique et de trifluorure de potassium. Ce gaz possède la bizarre propriété de faire revivre le spectre des gaz passés préalablement dans l'appareil; ceux du premier et du second ordre du krypton étaient tout à fait réapparus.

Les lignes 10 et 11, visibles sur les spectres, sont des lignes du premier ordre du bore; elles ne sauraient provenir de néon régénéré, à cause de leurs intensités relatives et de l'absence de lignes du second ordre de cet élément; en tous cas, les lignes bien nettes 5 et 5,5, obtenues pour la première fois, ne peuvent être considérées que comme lignes du second ordre du bore. Il faut admettre, par conséquent, que le bore renferme au moins deux isotopes de masses atomiques 10 et 11. L'intensité photographique relative ne s'accorde pas bien avec un poids atomique aussi élevé que 10,9. On pourrait songer à expliquer ce désaccord par la présence d'un troisième isotope à 12, masqué par le carbone, qu'on n'est pas encore parvenu à éliminer de la décharge. Cependant, cette hypothèse est mise en défaut par un cliché ultérieur, montrant une ligne très forte à 49 et une faible à 50 : la ligne 49 est due à $B_{11}F^2$ et la ligne 50, imputable à $B_{12}F^2$, qui lui correspondrait, doit être considérée d'abord comme une ligne du quatrième ordre du mercure. Aucune raison ne permet donc de présumer l'existence d'un troisième isotope du bore.

Pour le fluor, la valeur si exactement entière de son poids atomique laisse penser que cet élément ne se compose que d'un constituant unique. Son spectre consiste, en effet, en une forte ligne à 19, avec une ligne du second ordre à 9,50. La ligne très faible vue à 20 est imputable soit à HF, soit à Ne_{20}, soit à A_{40} pour le second ordre. Le fluor peut donc être considéré comme simple.

En remplaçant le fluorure de bore par le fluorure de silicium, on passe à l'étude du spectre du silicium. Cet élément possède un constituant prédominant à 28, un autre à 29 et peut-être un troisième à 30, le dernier assez douteux, car les lignes 30, 49, 68, 87 peuvent se rapporter à des composés hydrogénés et la ligne 15 est certainement due à CH^3.

Tous ces clichés sont interprétés au moyen de la règle empirique de Sir J. J. Thomson énoncée plus haut, à savoir que les molécules portant plus d'une charge sont au moins extrêmement rares. Pourtant, le spectre obtenu avec BF^3 contient à 23,50 et à 24,50 des lignes pour lesquelles il n'y a aucune possibilité d'explication, sinon qu'elles sont dues à des composés moléculaires multiplement chargés. Sans cette interprétation, la loi des nombres entiers est en question, et d'autre part toute hésitation est dissipée du fait que à 47 et à 49 se trouvent les lignes les plus intenses de la plaque. Ces dernières ne sauraient être regardées comme élémentaires; elles proviennent certainement de combinaisons du fluor, soit avec le bore $B_{11}F^2$, soit avec le silicium $Si_{28}F$, soit avec les deux. La ligne 33,50, qui est sans doute une ligne du second ordre de $B_{10}F^3$ ou $Si_{29}F^2$, montre encore que les composés du fluor sont capables de porter double charge.

Aussi loin que vont les résultats, le fluor est le seul parmi les éléments à posséder des molécules doublement chargées en nombre suffisant pour produire des lignes du second ordre d'une intensité aussi élevée.

L'étude du *brome* (P. A. 79,92), faite à partir du bromure de méthyle, conduit à des résultats très nets. On pouvait s'attendre à ce que cet élément fût simple, étant donné son poids atomique si proche d'une valeur entière. Au contraire, d'après son spectre de masse, il est un mélange de deux isotopes en proportions pratiquement égales. Le groupe caractéristique consiste en quatre lignes 79, 80, 81, 82. Les lignes 79 et 81, de beaucoup les plus intenses, sont dues évidemment à des bromes élémentaires, résultat confirmé par les lignes du second ordre 39,5 et 40,5, sensiblement moins marquées. Les lignes 80 et 82 sont relatives aux deux acides bromhydriques correspondants. Toutefois on ne peut regarder ces conclusions que comme très probables, à cause de la possibilité de composés hydrogénés.

Le *soufre* (P. A. 32,06), examiné après addition d'acide sulfureux dans le tube à décharge, se présente comme un élément simple avec les fortes lignes 32 due à S et 44 due à CS. Il n'y a aucun indice d'isotope plus élevé, comme le suggère la valeur de la masse chimique de combinaison.

Le *phosphore* (P. A. 31,04) et l'*arsenic* (P. A. 74,96), étudiés à partir de l'hydrogène phosphoré et de l'hydrogène arsénié, donnent tous deux des résultats analogues. Quatre lignes sont visibles sur chacun des spectres, l'une due à l'élément, les autres à des hydrures. Le phosphore et l'arsenic ne paraissent pas posséder d'isotopes, ni donner de lignes du second ordre visibles.

Durant ces expériences apparaissaient de temps à autre sur les clichés des lignes difficiles à interpréter, trois en particulier à 5,33, 6,50 et 13,50.

Avec le *sélénium* (P. A. 79,2), examiné à partir d'hydrogène sélénié, et le *tellure* (P. A. 127,5), examiné à partir de tellurure de méthyle, on ne

parvint à aucun résultat, ce qui est regrettable, en particulier pour le tellure, à cause de la position anormale de cet élément vis-à-vis de l'iode dans la table périodique.

Par contre, l'*iode* (P. A. 126,92), étudié à l'aide d'iodure de méthyle mélangé de CO^2 et de CH^4, fournit une ligne intense à 127, confirmée par une autre ligne à 142 due à CH^3I, et se présente comme un élément simple.

L'*antimoine* (P. A. 120,2), étudié à partir d'hydrogène antimonié, ne conduisit à aucune conclusion, sans doute à cause de la grande instabilité de ce composé.

Pour l'*étain* (P. A. 118,7), on rencontre également de sérieux obstacles, car le tétrachlorure d'étain utilisé attaque la graisse des robinets de l'appareil. Une seule expérience, laissant peut-être supposer l'existence d'isotopes de l'étain, n'a pu être répétée et n'est par suite susceptible d'aucune interprétation.

Le tableau suivant résume les résultats que nous venons de passer en revue.

TABLEAU I

ÉLÉMENTS	Nombre atomique	Poids atomique	Nombre minimum d'isotopes	Masse des isotopes par ordre d'intensité
H	1	1.008	1	1 008
He	2	3.99	1	4
B	5	10.90	2	11, 10
C	6	12.00	1	12
N	7	14.01	1	14
O	8	16.00	1	16
F	9	19.00	1	19
Ne	10	20.20	2	20, 22, (21)
Si	14	28.30	2	28, 29, (30)
P	15	31.04	1	31
S	16	32.06	1	32
Cl	17	35.46	2	35, 37, (39)
A	18	39.88	2	40. 36
As	33	74.96	1	75
Br	35	79.92	2	79, 81
Kr	36	82.92	6	84, 86, 82, 83, 80, 78
I	53	126.92	1	127
X	54	130.2	5, (7)	129, 132, 131, 134, 136, (128, 130?)
Hg	80	200.60	(6)	(197-200), 202, 204

(Les nombres entre parenthèses ne sont que provisoires.)

*
* *

La méthode suivie jusqu'ici, et qui a conduit Aston à de si brillants résultats, n'est cependant pas générale et ne permet pas l'étude complète des espèces chimiques. Elle ne convient, en effet, que pour la recherche d'éléments de tension de vapeur suffisamment élevée, ou capables de former des composés stables jouissant de cette propriété. Au premier groupe appartiennent les gaz élémentaires, au second des éléments tels que le carbone et le bore. Malheureusement la majorité des éléments, y compris tous les métaux, sauf le mercure, ne satisfont à aucune de ces conditions dans d'assez larges limites; pour les derniers que nous avons mentionnés, la recherche devient très ardue et mène fréquemment à des échecs.

Pour poursuivre ses investigations, Aston a quelque peu modifié sa technique en faisant appel aux rayons anodiques. A cette fin, il utilise comme anode une bande de platine recouverte d'un sel du métal à analyser et chauffée électriquement par une batterie extérieure.

Les expériences préliminaires sur le phosphate de soude, faites avec la méthode de Sir J. J. Thomson, offraient, malgré les difficultés, le grand avantage de produire les rayons du métal et non d'autres, ce qui élimine les ambiguïtés. Les lignes de l'oxygène ne pouvant plus alors servir de lignes de référence, c'est le sodium qui fut adopté comme étalon quand on eut mis hors de doute que cet élément est simple et que son poids atomique est exactement 23 sur l'échelle de l'oxygène.

Avec un mélange des phosphates de sodium et de lithium, Aston et G. P. Thomson obtiennent une parabole intense à 7, une faible à 6, résultat confirmé indépendamment par les mesures électriques de Dempster : le lithium est un élément complexe, ce que son poids atomique 6,94 faisait attendre.

Les expériences furent continuées au spectrographe de masse, avec certaines complications expérimentales, en particulier une incertitude quant au réglage du champ électrique optimum.

La ligne du sodium était toujours extrêmement brillante.

A partir d'un mélange de sulfate de potassium, de bromure de potassium et d'un peu de phosphate de sodium, on trouve pour le potassium, de poids atomique 39,10, une ligne brillante à 39 et une ligne faible à 41. En ajoutant au mélange un peu de chlorure de rubidium, le rubidium se révèle par une ligne intense à 85 et une plus faible à 87, la relation d'intensité s'accordant assez bien avec le poids atomique accepté 85,45.

En utilisant un mélange des chlorures de rubidium et de cæsium, on obtient une ligne repérée à 133, d'après les deux lignes du rubidium. Quand on emploie du chlorure de cæsium pur, cette ligne du cæsium reste unique sans indiquer aucun autre constituant, en dépit de la valeur fractionnaire 132,81 du poids atomique.

Ces derniers résultats sont condensés dans le tableau suivant:

TABLEAU II

ÉLÉMENT	Nombre atomique	Poids atomique	Nombre minimum d'isotopes	Masse des isotopes par ordre d'intensité
Li	3	6,94	2	7; 6
Na	11	23,00	1	23
K	19	39,10	2	39; 41
Rb	37	85,45	2	85; 87
Cs	55	132,81	1	133

En rapprochant ce tableau du tableau I, on voit que, à l'exception de K_{39} et de l'hypothétique Cl_{39}, il n'y a pas d'isobares si, avec Soddy, on nomme *isobares* des éléments de caractères chimiques différents et de même poids atomique.

L'enchevêtrement des poids atomiques est très curieux dans le cas des dix nombres entiers représentant les isotopes du brome, du krypton et du rubidium : Kr 78, Br 79, Kr 80, Br 81, Kr 82, Kr 83, Kr 84, Rb 85, Kr 86, Rb 87.

On peut aussi remarquer que, dans la majorité des cas, le poids atomique est pair ou impair en même temps que le nombre atomique, ce qui signifierait que, dans le noyau de la plupart des types d'atomes, le nombre des électrons est pair.

*
* *

De l'ensemble des résultats se dégage la conclusion essentielle que, à l'exception de l'hydrogène, les poids atomiques de tous les éléments examinés, et plus que probablement ceux de tous les éléments en général, sont des nombres entiers au degré d'approximation de l'expérience, c'est-à-dire à 1/1.000 près.

Ce fait suggère à Aston une notion simple de la masse, voisine de l'idée originale de Prout, pour qui les atomes étaient tous formés d'un constituant unique. Pour Aston, les constituants sont de deux sortes : l'atome d'électricité positive et l'atome d'électricité négative; le second a reçu depuis longtemps le nom d'*électron*; au premier, véritable unité de masse, est réservé celui de *proton*.

Comme nous l'avons vu, les propriétés chimiques d'un élément ne sont fonctions que de son nombre atomique, charge de son noyau exprimée en fonction de l'unité de charge e. Un atome neutre d'un élément de nombre atomique N a un noyau consistant en K+N protons et K électrons, et autour de ce noyau se trouvent N électrons. A cette échelle, le poids d'un électron 0,0005 est négligeable, et K+N est le poids de cet atome. Si aucune restriction n'est à apporter à la valeur de K, il y a possibilité d'isotopie.

K ne saurait, en effet, être quelconque. Sauf dans le cas de l'hydrogène, il ne peut être inférieur à N, car le poids atomique d'un élément est toujours trouvé égal ou supérieur au double de son nombre atomique. Les valeurs de K semblent aussi supérieurement limitées, car on ne connaît pas pour un même élément deux isotopes différant de plus de 10 % du poids atomique moyen; la plus grande différence numérique est de huit unités dans le cas du krypton.

Jusqu'à présent, il n'est possible de réduire à aucune loi les phénomènes d'isotopie.

Les édifices atomiques peuvent être regardés comme formés de protons et d'électrons. Un atome de masse m est transformé en un atome de masse $m+1$ par addition d'un proton et d'un électron. Si tous deux pénètrent dans le noyau, un isotope en résulte, car la charge du noyau reste inaltérée; si le proton seul y parvient, il se forme un élément du nombre atomique suivant. Au cas où les deux formes d'addition conduisent à une configuration stable, il se forme à la fois deux éléments isobares.

D'après la théorie électromagnétique, la masse n'est additive que si les charges sont suffisamment éloignées les unes des autres. Cette circonstance se présente lorsque H^2 et H^3 sont formés à partir de H, dont le noyau consiste en un seul proton, avec un seul électron planétaire.

Dans tous les autres cas, les noyaux sont composés de protons et d'électrons très rapprochés, et, probablement pour cette raison, la masse de ces structures est inférieure à la somme des masses des constituants.

Il serait peut-être excessif d'ailleurs d'attribuer à la règle des nombres entiers une rigueur mathématique, car il faut présumer que protons et électrons ne sont pas également serrés dans les différents noyaux.

S. Veil,
Docteur ès Sciences.

L'ACTION BIOLOGIQUE DES RAYONS X

ESSAI DE THÉORIE

Dès le lendemain de la découverte des rayons X, de nombreux chercheurs ont essayé d'appliquer cette nouvelle forme de l'énergie rayonnante au traitement d'affections diverses. De longs et pénibles tâtonnements ont abouti, non sans faire de nombreuses victimes parmi les malades et les médecins eux-mêmes, à établir une technique assez bien définie pour le traitement de certaines maladies. L'on a même obtenu depuis quelques années, par l'emploi des rayons les plus pénétrants et grâce à une étude approfondie de leur absorption et de leur diffusion dans les tissus, des résultats très remarquables dans le traitement des néoplasmes. Pendant ce temps, au laboratoire, de nombreuses expériences furent entreprises en vue de préciser le mode d'action des rayons sur les diverses cellules ; mais, de ce côté, les efforts des chercheurs n'ont pas encore été couronnés de succès : la plupart des résultats publiés sont imprécis et contradictoires.

Il nous semble qu'il serait possible aujourd'hui d'éclaircir un peu le sujet et d'orienter les recherches futures, en précisant certaines notions, et en faisant intervenir des considérations théoriques basées sur les récents progrès de la Physique.

I. — Les données acquises

L'état actuel de la question au point de vue biologique peut se résumer en un petit nombre de propositions [1]. On sait que :

1° Toute cellule vivante peut être tuée par une irradiation suffisante.

2° La « *dose* » de rayons nécessaire pour nécroser divers tissus dépend de la nature des cellules ; autrement dit, les différentes cellules sont d'une « *sensibilité* » aux rayons très variable.

3° L'action « *in vitro* » sur les ferments, les bactéries, les protozoaires, les bacilles pathogènes, les globules du sang, les spermatozoïdes, est faible ou nulle; les résultats sont contradictoires.

4° Au contraire, certains de ces mêmes organismes, considérés « *in vivo* », ne semblent pas réfractaires aux rayons (leucocytes, bacilles tuberculeux dans les adénomes), tout en étant peu sensibles.

5° Les cellules jeunes, peu différenciées, et surtout en voie de prolifération, sont les plus sensibles en général (Bergonié et Tribondeau) ; l'action des rayons semble se concentrer surtout sur le fuseau chromatique, centre de l'activité caryocinétique, mais ce dernier résultat reste discutable.

6° Enfin, des doses faibles peuvent *exciter* l'activité cellulaire ; elles favorisent, d'après divers auteurs, certaines sécrétions internes, en particulier de la rate ; la germination des graines peut se trouver favorisée; le développement des néoplasmes est parfois accéléré d'une façon considérable par des radiations insuffisantes.

L'on remarquera d'abord l'imprécision des notions employées, telles que la « dose » et la « sensibilité ». A rigoureusement parler, il faudrait utiliser des rayons X de *longueur d'onde déterminée*, mesurer leur *intensité* par une méthode d'ionisation qui seule peut donner des résultats ayant un sens précis, évaluer la *dose* en multipliant l'intensité trouvée par la durée de l'irradiation, et enfin définir la *sensibilité* d'une cellule comme étant la dose exactement nécessaire pour la tuer. Des déterminations de ce genre n'ont encore jamais été faites soigneusement, à notre connaissance. Or il est possible aujourd'hui [1], bien que difficile, de connaître avec assez de précision l'intensité du rayonnement à une profondeur quelconque en fonction de l'intensité du faisceau incident ; la seule condition est que celui-ci soit homogène, c'est-à-dire composé d'une longueur d'onde unique. On pourrait donc étudier avec précision les modifications de toutes sortes de cellules sous l'action plus ou moins prolongée de rayonnements bien connus.

Un autre aspect du problème est le suivant : l'on s'est demandé si, « à énergie égale absorbée », les différentes longueurs d'onde constituaient ou non des « médicaments différents ». Posée d'une façon aussi vague, la question ne pouvait recevoir de réponse nette, et les résultats publiés sont contradictoires. Et que faut-il entendre au juste par « énergie absorbée » ? Car on sait que l'énergie du faisceau incident est en

1. Voir entre autres : Ledoux-Lebard et Dauvillier : « La physique des Rayons X », chap. vi. Paris, 1920. — Krœnig et Friedrich : « Physikalische und biologische Grundlagen der Strahlentherapie », Berlin, 1919.

1. Voir Dessauer : *Archiv. für Gynekologie*, t. CXI, p. 209; 1919. — G. Lièvre et F. Wolfers : *Rev. gén. des Sciences*, t. XXXII, p. 330 ; juin 1921.

partie diffusée en tous sens, en partie transformée en rayons secondaires de fluorescence dont la fréquence est moindre, qu'en partie elle est transformée en énergie cinétique d'électrons émis par les atomes (photo-électrons), puis en énergie chimique, calorifique, etc. Tout ce qu'il semble possible d'affirmer, c'est que *l'on n'a jamais pu distinguer jusqu'ici une fréquence de rayons X ayant une action spécifique sur des tissus déterminés.*

Enfin, pour expliquer les faits connus, l'on n'a guère proposé encore que de faire intervenir l'*action ionisante* des électrons photo-électriques émis par les atomes sous l'action des rayons X, et analogues aux rayons β radioactifs. Cette hypothèse est jusqu'ici restée stérile; nous ne contestons pas que le phénomène en question puisse jouer un rôle assez important, mais il ne nous semble pas que ce doive être le rôle essentiel.

En effet, les électrons rapides que peuvent émettre les atomes légers qui constituent les tissus sont très peu nombreux[1]; et, bien que leur pouvoir ionisant soit considérable, un atome à peine sur 10^{10} se trouve ionisé.

D'ailleurs les ions formés se recombineront rapidement, et, en moyenne, l'état électrique du milieu ne doit pas se trouver influencé notablement. — Il est plus vraisemblable d'admettre, conformément à tout ce qui va suivre, que, si les électrons et les ions produits ont une action biologique, c'est par l'intermédiaire de l'énergie qu'ils rayonnent au moment de leur arrêt ou de leur recombinaison.

Tout ceci n'est bien entendu nullement en contradiction avec les beaux résultats de M. Zwaardemaker sur l'action des matières radioactives[2], où interviennent des conditions très différentes.

II. — Essai de théorie

Nous allons essayer une *théorie photochimique* pour interpréter l'action biologique des rayons X, et nous baser pour cela sur les idées de M. J. Perrin : Dans toute réaction chimique, un premier groupe A de particules se disloque pour faire place à un nouveau groupement B des mêmes particules. Il faut entendre le mot « réaction » dans le sens le plus large, en y comprenant les phénomènes d'ionisation, d'émission électronique, peut-être même de radioactivité, aussi bien que les transpositions atomiques ordinaires. M. Perrin[1] admet que la dislocation est toujours accompagnée de l'*absorption* d'une certaine quantité $h\nu$ d'énergie rayonnante de fréquence déterminée ν; le coefficient h est une constante universelle (constante de Planck) égale à $6{,}56.10^{-27}$. De même la recombinaison qui aboutit au nouveau groupement est accompagnée de l'émission d'un nouveau rayonnement de fréquence ν' en quantité $h\nu'$. De la sorte, la réaction peut s'écrire

$$h\nu + A \rightleftarrows B + h\nu'$$

et la différence $h(\nu' - \nu)$ représente la quantité d'énergie mise en jeu par la réaction. Cette théorie rend compte d'un très grand nombre de faits; en particulier, des phénomènes de phosphorescence et de fluorescence en Chimie organique par exemple; elle comporte une vaste généralisation des faits connus en Photochimie, et fait comprendre de la façon la plus simple l'émission et l'absorption discontinue de l'énergie qu'envisage la théorie du rayonnement de Planck, dite théorie des quanta. Cette théorie autrefois mystérieuse joue un rôle prédominant dans toute la physique des rayons X.

Pour ce qui suit, il nous suffit d'admettre que la théorie de Perrin s'applique aux principales réactions intracellulaires, la nature de ces réactions étant d'ailleurs totalement inconnue.

Toute modification de l'activité cellulaire se ramène en dernière analyse à des changements dans l'état chimique de la cellule; notre hypothèse consiste à voir là des phénomènes photochimiques régis par les lois que nous venons de résumer.

III. — Conséquences

Partant de ce point de vue, on conçoit d'abord sans peine qu'une cellule jeune en voie d'accroissement, et surtout qu'une cellule en voie de division, — où les échanges nutritifs et toutes les transformations sont particulièrement actifs, — doivent être plus sensibles à l'action de rayons pouvant causer des réactions perturbatrices.

D'autre part, l'on ne peut admettre que les rayons X pénétrants dont on se sert pratiquement puissent avoir une action directe : s'il en était ainsi, on devrait s'attendre à ce que seuls soient efficaces les rayons de fréquence ν bien définie, qui seraient susceptibles de provoquer des réactions dans les cellules. Or nous avons vu qu'aucun effet sélectif n'avait été observé.

Dans ces conditions, il est naturel d'admettre que les facteurs de l'action biologique doivent

1. Voir entre autres : Sadler : *Phil. Mag.*, t. XXII, p. 447 (1911), et Whiddington : *Proc. Roy. Soc.*, t. LXXXV, p. 99 (1911).

2. H. Zwaardemaker : *Arch. Néerl. Physiol.*, t. IV, p. 177 ; (1920).

1. J. Perrin : *Ann. Phys.*, janvier 1919.

être recherchés parmi les radiations de fréquence moindre, comprenant le domaine des rayons de Holweck, entre les rayons X les plus mous et l'ultra-violet, ainsi que l'ultra-violet lui-même. Ces rayons utiles appartiendraient notamment aux spectres K, L, M... des atomes contenus dans les cellules ; *le rôle des rayons incidents se bornerait à exciter ceux-ci par fluorescence*, soit directement, soit par l'intermédiaire des photo-électrons et des ions formés, lesquels rayonnent de l'énergie en se recombinant. Ainsi les rayons X ne seraient qu'un véhicule, permettant de porter dans la profondeur des tissus l'énergie génératrice de rayons de plus grande longueur d'onde ; ceux-ci, extrêmement absorbables, sont utilisés presque sur place à des réactions chimiques intracellulaires [1].

Cette façon de voir est d'accord avec le peu qu'on sait de l'action biologique intense de l'ultra-violet. Elle rend compte du fait connu que le « rendement biologique » des rayons X décroît à mesure que ceux-ci deviennent de plus en plus durs : les rayons secondaires de fluorescence sont excités de plus en plus faiblement à mesure que la fréquence croît au delà de la valeur caractéristique qui correspond à la résonance. De plus, les rayons incidents de fréquence inférieure à cette valeur ne doivent plus avoir aucune action nécrosante, et il en est bien ainsi des rayons lumineux et calorifiques.

Il serait difficile, mais non sans doute impossible, de mettre en évidence l'action biologique de ces rayons très absorbables, dont il ne reste sensiblement rien après un parcours d'une très petite fraction de millimètre dans la matière : l'on trouverait alors sans doute une sorte de spectre, excessivement complexe d'ailleurs, de rayons ayant sur les tissus certaines actions spécifiques. De telles recherches pourraient être entreprises avec des rayons ultra-violets monochromatiques.

Nous pouvons aussi maintenant nous faire une idée du rôle important de beaucoup d'éléments présents dans les tissus vivants à l'état de traces. Toute cellule vivante se trouve en effet baignée dans le champ de radiation des substances radioactives qu'elle renferme, du potassium en particulier. Les expériences de Zwaardemaker [2] ont démontré l'importance primordiale de ce champ de radiation. Là, tous les éléments, même peu abondants dans la cellule et qui n'exercent sans doute pas d'action chimique directe, doivent émettre par fluorescence leurs rayons caractéristiques ; ils pourront ainsi provoquer indirectement certaines réactions intracellulaires importantes. Le manganèse, par exemple, pourrait donner lieu à diver ses réactions réversibles allant d'un état d'oxydation à un autre, et ces réactions, *réglées par la nature du champ de rayonnement*, pourraient jouer un rôle essentiel dans la vie cellulaire.

D'autre part, les cellules devront être d'autant plus « *sensibles* » que l'intensité des rayons fluorescents excités sera plus grande. Pour des tissus de constitution chimique identique et pour des rayons X de longueur d'onde donnée, cette intensité est proportionnelle à l'énergie absorbée : c'est dire qu'à énergie égale absorbée (pour reprendre avec un sens précis les termes critiqués au début) toutes les cellules seraient également sensibles si, avec la même densité, elles renfermaient les mêmes éléments dans les mêmes proportions. La sensibilité doit donc être régie par la présence plus ou moins abondante, par la concentration, de certains éléments dans la cellule. C'est là encore un nouveau terrain où des recherches précises seraient possibles. Ainsi Bœbe [1] a déjà signalé, dans des tissus cancéreux, un excès de potassium et une moindre teneur en calcium. D'autre part, on peut espérer voir aboutir de nombreuses tentatives entreprises en vue de « sensibiliser » aux rayons certains tissus pathologiques (cancers), en introduisant certains éléments, soit par la bouche (magnésium), soit par injections (colloïdes), soit, comme le propose M. P. Girard, par l'osmose électrique.

Nous pouvons encore rendre compte du peu d'action des rayons X sur certaines cellules, signalées plus haut, lorsqu'elles sont cultivées *in vitro* ; cela par deux considérations : D'abord l'activité cellulaire se trouve alors ralentie. Puis surtout, *in vivo*, chaque cellule se trouve plongée dans le champ des rayons directs diffusés et des rayons secondaires émis par tous les atomes des cellules voisines, alors que *in vitro* le milieu ambiant n'ayant pas la même constitution, elle ne reçoit, au moins pour certaines longueurs d'onde, que ceux qui se produisent dans sa propre masse. De la sorte, la différence apparente des effets observés ne tient sans doute qu'aux différences réelles entre les champs de rayonnement employés.

Enfin nous pouvons tirer encore une conséquence de la théorie, qu'il pourrait être possible de contrôler. A l'examen radiologique, divers tissus *de composition très voisine* peuvent avoir

1. Rien n'empêche d'admettre que les rayons α ou β émis par les corps radio-actifs ne puissent avoir une action analogue.
2. *Loc. cit.*

1. *Proc. of the New York Pathol. Soc.*, 1904.

des opacités très notablement différentes. Or cette opacité dépend de l'énergie absorbée; *il doit donc y avoir parallélisme entre la sensibilité des divers tissus et leur opacité aux rayons.* La couche de Malpighi, génératrice de l'épiderme et particulièrement sensible, devrait paraître, si l'on faisait une « microradiographie », moins transparente que les autres couches de cellules. Le simple fait que des tumeurs malignes sont souvent visibles sur l'écran du radiographe au milieu des tissus environnants de constitution chimique analogue, prouve qu'elles doivent être plus sensibles aux rayons X, c'est-à-dire qu'une radiothérapie profonde des tumeurs peut être possible, fait aujourd'hui acquis. De plus, à épaisseur égale, les diverses tumeurs devront être d'autant plus sensibles qu'elles seront moins transparentes. Il y aurait donc lieu, à cet égard, de faire des comparaisons photométriques sur des radiographies de tumeurs.

Dans tout ce qui précède, nous n'avons fait que transposer dans le domaine de la biologie les idées de la plupart des physiciens. Il va sans dire que, dans tout cela, il reste bien des indéterminations, et bien des objections possibles. Cependant il nous semble qu'on pourrait en tirer, pour les recherches à venir, une orientation précise et sans aucun doute féconde, à condition de voir collaborer de près physiciens et biologistes.

F. Wolfers.

REVUE DE GÉOGRAPHIE ÉCONOMIQUE

LES NOUVEAUX ÉTATS DE L'EUROPE

DEUXIÈME PARTIE[1]

VIII. — Les États baltiques[2]

§ 1. — Lituanie, Lettonie, Estonie

Ces trois États sont formés de plaines légèrement ondulées, portant les marques du passage des anciens glaciers : moraines, lacs, marécages. Un climat très rigoureux achève d'en faire des terres de rude effort; une faible proportion est cultivable; de sombres forêts de conifères en recouvrent une plus grande étendue, de 20 à 40 %. Le peuplement humain est clairsemé, la densité moyenne est de 30 habitants : zone incertaine, disputée, lieu de rencontres et de luttes formant transition entre trois mondes : scandinave, germanique et finno-slave. Ce sont des Slaves, à l'Ouest, et des Finnois, à l'Est, qui forment le fond de la population et ont su garder leur nationalité sous les sédiments ethniques apportés par les Scandinaves et surtout par les Germains, venus comme missionnaires, colons ou marchands. La Russie fit la conquête de ces terres au cours du VIIIe siècle et c'est sur leurs côtes qu'elle ouvrit ses « fenêtres » sur l'Europe; ce n'est qu'au début du XIXe siècle, avec la colonisation des steppes du Midi, que les ports de la mer Noire commencèrent à concurrencer ceux de la Baltique. La nature a fait ainsi de ces pays les courtiers et les transitaires de tout le centre de la Russie et ils sentent si bien cette dépendance qu'ils ont été les premiers à faire la paix avec les Soviets. Les ports sont leurs plus grandes richesses naturelles. L'influence anglaise y est prépondérante; elle a remplacé l'influence allemande qui s'y est exercée pendant la guerre, avec l'appui des barons baltes, d'origine germanique et maîtres de la richesse foncière.

A. — Les frontières de la **Lituanie** ne sont fixées qu'avec la Lettonie et la Prusse orientale; et encore, il est possible qu'on lui ajoute le petit territoire de Mœmel, enlevé à l'Allemagne et encore internationalisé à ce jour sous mandat français. La frontière avec la Pologne reste à délimiter, les deux pays revendiquant la région de Vilna, tous deux pour des raisons ethniques et sans que les tentatives de conciliation aient pu aboutir jusqu'ici. Il n'est donc pas possible de donner de chiffres pour la population et la superficie[1]. Ce qui complique justement

1. Voir la première partie dans la *Revue* du 28 février 1922.

2. J. Brunhes et C. Vallaux : Les ambitions allemandes d'exploitation coloniale dans l'Orient européen. *Revue hebdomadaire*, 28 novembre 1918. — A. Meillet : *Pologne et Lituanie*; Ch. Seignobos : *La nation lettone*. Travaux du Comité d'Etudes. II, Questions européennes. In-4, Paris. Imprimerie Nationale 1919. — J. Poirot : *Les quatre Républiques baltiques : Finlande, Esthonie, Lettonie, Lithuanie*. 1 vol. in-16, Bossard, Paris, 1922. — M. Martna : *L'Esthonie. Les Esthoniens et la question esthonienne*. 1 vol. in-16, A. Colin, Paris, 1920.

1. Le traité de Moscou du 12 juillet 1920, passé entre les Soviets et la Lituanie, et qui englobait la région de Vilna, délimitait une superficie de 85.000 kilomètres carrés et une population de 4 millions et demi d'habitants.

le problème, c'est que les Lituaniens sont aussi des Slaves, proches parents des Polonais, et comme eux en grande majorité de religion catholique.

La Lituanie forme un Etat presque entièrement continental, qui ne dispose sur la mer que du minuscule accès de Polangen; la cession de Mœmel, à l'embouchure du Niemen, lui serait d'une grande utilité. Sa sécession a un moindre inconvénient pour la Russie, en raison de sa situation excentrique, que celle de la Lettonie et de l'Estonie; c'est surtout avec la Pologne qu'il importerait pour elle d'entrenir de bons rapports de voisinage. La Lituanie est avant tout un pays de culture et d'élevage, produisant surtout des céréales : seigle, avoine, orge, des pommes de terre, du lin dont la fibre et la graine forment une grosse part des exportations. La Lituanie vend encore de la laine et des œufs, et le produit de ses forêts. L'industrie est peu développée et ne comprend guère que des fabriques de pâte de bois et d'allumettes, des distilleries, des brasseries.

B. — La **Lettonie** a ses frontières entièrement fixées; de même que pour l'Estonie, son indépendance a été reconnue *de jure* par la Société des Nations. Sa superficie atteint 63.000 kilomètres carrés et sa population est évaluée à deux millions et demi d'habitants. Les Lettons en représentent plus des trois quarts; par leur origine, leurs coutumes, leurs caractères physiques, comme par leur langue, ils ressemblent aux Lituaniens et forment un rameau de la même souche, mais ils sont en grande partie de religion protestante. La minorité est formée d'Allemands, — commerçants ou grands propriétaires fonciers (ce sont les barons baltes).

C'est la même économie rurale qu'en Lituanie, avec exportation de lin, chanvre, produits de l'élevage : viande, beurre et œufs; il faut y ajouter le bois et l'alcool. La production agricole s'accroîtra avec la réforme agraire votée en avril 1921, qui exproprie les grands domaines avec indemnité, en laissant seulement 30 hectares à chaque propriétaire. La grande industrie avait commencé à s'y implanter, principalement à Riga et à Libau; une partie du matériel et de l'outillage a disparu pendant la guerre, mais les usines se reconstituent, des branches nouvelles se créent,

Fig. 1. — *Les nouveaux Etats de la Baltique.*

(Le cliché de cette figure, extraite de *La Géographie*, t. XXXVI, p. 437, nous a été aimablement communiqué par la Société de Géographie.)

comme la stéarinerie, la filature et le tissage de la laine, les produits chimiques et pharmaceutiques, la fabrication de la margarine.

Les trois ports de la Lettonie prenaient en 1913 le quart du commerce extérieur russe et 62 % des exportations de lin et de filasse. Le plus important est Riga, à treize kilomètres de la mer, sur la Dwina; c'était autrefois le premier port du monde pour les bois. Libau vient au second rang et Windau au troisième; tous deux sont libres de glace à peu près toute l'année et on travaille à procurer le même avantage à Riga. Pour bénéficier pleinement de ses avantages naturels, la Lettonie poursuit en même temps l'aménagement de ses ports et le développement de son réseau ferré, notamment en ramenant à l'écartement normal des rails les lignes en communication avec les pays occidentaux.

C. — L'**Estonie** s'étend sur 44.000 km² et compte un million et demi d'habitants; 90 % sont des Estes, c'est-à-dire des Finnois, proches parents des Finlandais et comme eux luthériens. Le reste comprend principalement des Russes et des Allemands qui étaient, comme en Lettonie, grands propriétaires fonciers, aujourd'hui supprimés par la réforme agraire.

Les deux principales sources de revenus sont l'élevage et les forêts. L'Estonie approvisionnait avant la guerre Petrograd en produits animaux d'alimentation : viande, lait, beurre, fromage, œufs. Les terres cultivables n'occupent que 15 % du total, consacrées aux céréales, à la pomme de terre et au lin. On signale des dépôts de schistes bitumineux. Les industries de transformation sont déjà nombreuses et variées : tissages de cotonnades, draps et toiles, corderies, usines métallurgiques, fabriques de pâte à papier, de meubles, papeterie, industries agricoles : minoteries, distilleries, brasseries. L'exportation comprend surtout les bois, le lin, les pommes de terre, le papier et la pâte à papier, le ciment. Ses ports jouent aussi un rôle important dans le transit russe, et principalement Reval, Port-Baltique, Pernau et Narva.

Les trois Etats ont constitué une Union chargée de défendre leurs intérêts communs, politiques et économiques. Ils ont compris que leur entente était une nécessité vitale ; deux projets en cours d'étude concernent les relations douanières et l'unification des chemins de fer.

§ 2. — La Finlande

Plus évoluée que les autres républiques baltiques, la Finlande a proclamé son indépendance le 4 décembre 1917, et à la veille de l'armistice elle était prête à se transformer en monarchie avec un prince allemand; la victoire des Alliés lui a évité cette tutelle étrangère. Sa population, qui atteint près de trois millions et demi d'habitants, dépasse celle de la Norvège et du Danemark; elle est formée de 88 % de Finnois et de 11 % de Suédois, qui représentent l'élément prépondérant au double point de vue intellectuel et économique. C'est, d'ailleurs, de Suède que la Finlande a reçu sa religion et sa culture. Ce sont les voies d'eau et les bords de la mer qui ont le plus attiré le peuplement, et les villes ont augmenté surtout en fonction du développement industriel. L'émigration s'était accrue, surtout depuis 1880, provoquée par la crainte de la conscription en Russie et par la pauvreté du sol.

La Finlande, dont la superficie est de 373.600 km², est un plateau cristallin, de faible altitude, à topographie glaciaire, dont les quatre cinquièmes sont recouverts d'un manteau morainique. Le climat est très dur et cause de grandes variations dans les récoltes d'une année à l'autre. Le blé est rare; c'est le seigle et la pomme de terre qui dominent, puis l'avoine et l'orge. L'extension des cultures vers le Nord est favorisée par le gain de température résultant des longs jours d'été dans la région du soleil de minuit. Dans les hautes latitudes, l'orge ne met que 63 jours à mûrir, des semailles à la récolte. L'élevage a une grande importance; on compte plus d'un million de bêtes à cornes, et grâce à la création de nombreuses laiteries coopératives le beurre s'exporte en Angleterre. A l'inverse des autres pays baltiques, la grande propriété y est rare et la plupart des paysans sont propriétaires.

Le climat et le sol sont favorables aux forêts, qui sont avec les chutes d'eau la principale richesse du pays. Les essences résineuses et le bouleau dominent; c'est ainsi que le bois et ses produits de transformation représentent 75 % des exportations. Les forces hydrauliques sont évaluées à trois millions de chevaux, dont moins du dixième sont utilisés. La seule richesse minérale est le fer, qui alimente quelques usines métallurgiques. Des papeteries, des tissages, des minoteries complètent le bagage industriel de la Finlande.

C'est un des pays qui comptent le plus de voies ferrées proportionnellement à la population. La marine marchande n'est pas négligeable, mais se compose surtout de voiliers, favorisés par la richesse des côtes en ports naturels.

IX. — Etats du Caucase [1]

La Transcaucasie est une région de transition mi-européenne, mi-asiatique, sorte d'isthme qui sépare la mer Noire et la mer Caspienne, et qui est limitée, au Nord, par la puissante chaîne du Caucase, et au Sud, par le plateau d'Arménie. Le pays se compose de deux plaines littorales qui se tournent le dos, de part et d'autre d'un séparément plus nombreux que les Tatars. Aussi bien, est-il impossible de tracer des frontières sans éviter que chaque Etat n'englobe un grand nombre d'étrangers en abandonnant en même temps un grand nombre de ses nationaux. C'est d'ailleurs la même difficulté qui se rencontre dans tout le Proche-Orient et c'est pourquoi les pays du Caucase ne sont pas encore officiellement délimités.

Fig. 2. — *Les nouveaux Etats du Caucase.*

chaînon montagneux, orienté Nord-Sud. C'est une mosaïque de toutes les races qui ont peuplé l'Europe. Sur sept millions d'habitants, on compte un quart de Géorgiens, un autre quart d'Arméniens, deux millions et demi de musulmans, comprenant principalement des Tatars, puis des Persans, des Turcs et des Kurdes. Aucune nationalité et aucune race ne prédominent; tout au plus, malgré la dispersion, reconnaît-on quelques foyers de concentration : les Géorgiens dominent à l'Ouest, dans les gouvernements de Koutaïs, de Tiflis, dans la province de Batoum ; les Arméniens, au Sud, dans les provinces de Kars et d'Erivan ; les Tatars, à l'Est, dans les provinces d'Elizavetpol et de Bakou. Mais, à Bakou même, les Russes et les Arméniens sont

La révolution russe a provoqué, dès 1917, la formation en Transcaucasie de trois Républiques, correspondant à chacune des races dominantes : la Géorgie, autour de Tiflis ; l'Arménie, autour d'Erivan ; l'Azerbeidjan, autour de Bakou. Les deux premières sont chrétiennes ; elles constituent un poste avancé de la civilisation occidentale, tandis que la troisième, celle des Tatars, musulmans et d'origine touranienne, s'oriente naturellement du côté de la Turquie et de la Perse. Ces trois États, ainsi que celui qui a été formé par les montagnards habitant la pente nord du Caucase, sont actuellement recouverts par la marée bolcheviste, de telle sorte que leurs représentants officiels ont dû émigrer à l'étranger. Divisés avant l'invasion, ceux-ci se sont rapprochés devant le désastre commun et ont signé à Paris, le 14 juin 1921, un Pacte d'alliance défensive, politique et économique, encore plus nécessaire que celui des Etats baltiques, et d'après lequel ils formeront un territoire unique de transit.

A. — La **Géorgie**, qui occupe la plaine littorale

1. P. G. La Chesnais : *Les peuples de la Transcaucasie pendant la guerre et devant la paix.* 1 vol. in-16, avec 3 cartes. Bossard, Paris, 1921. — Dr Jean Loris-Mélicof : *La révolution russe et les nouvelles républiques transcaucasiennes.* 1 vol. in-8, Alcan, Paris, 1920. — A. Meillet : *La question arménienne.* Travaux du Comité d'études. II. Op. cit. — F. P. Renaut : La situation politique en Caucasie. *Revue des Sciences politiques*, 15 octobre 1919.

de la mer Noire et une partie des pentes sud du Caucase, comprend l'ancienne Colchide, si renommée pour sa fertilité et ses richesses minières, dont la Toison d'or représentait le symbole. Elle n'a point démérité aujourd'hui. C'est une région de climat méditerranéen, bien abritée des vents du nord par l'écran caucasien. Aussi bien, forme-t-elle un immense verger d'orangers, de citronniers, d'oliviers et des arbres fruitiers de l'Europe tempérée ; c'est un des rares îlots où l'arbre à thé ait réussi en dehors du Moyen et de l'Extrême-Orient. Les vins rouges de la Kakhétie sont réputés. Les céréales sont cultivées partout, y compris le riz. Les plantes industrielles comprennent le cotonnier, le lin, le tabac, le mûrier; la sériciculture y rencontre des conditions particulièrement favorables. Les forêts sont très répandues sur les pentes du Caucase et encore à peine exploitées; les essences les plus variées y sont représentées, parmi lesquelles le hêtre, le chêne, le noyer, le sapin, le pin, l'if, etc. Les minéraux utiles sont très nombreux et aussi peu exploités que les forêts en raison du manque de capitaux et de moyens de transport. Le fer, le plomb argentifère ont été reconnus, et on extrait déjà de la houille, du sel gemme, du cuivre et surtout du manganèse. Les réserves de ce dernier minerai sont évaluées à un milliard de tonnes; on comptait avant la guerre plusieurs centaines de mines en activité et la production représentait la moitié de celle du monde entier. Le pétrole est répandu tout le long du Caucase, mais encore inexploité ; les sources minérales sont nombreuses. L'industrie indigène est des plus rudimentaire.

L'isthme entier est traversé par la voie ferrée qui va de Bakou à Batoum et à Poti ; de Tiflis, la capitale géorgienne, un embranchement se dirige sur Kars et Erivan et se prolonge en Perse jusqu'à Tabriz. D'autres voies sont projetées de Poti à Novorossisk, en longeant la « riviera caucasienne », et de Tiflis à Vladikavkas, à travers le Caucase, par un col où passe déjà une route militaire.

B. — L'**Azerbeidjan** s'adosse à la Géorgie, en bordure de la mer Caspienne : c'est une région aussi fertile que la précédente et de productions analogues; dans les vallées inférieures de la Koura et de l'Araxe, le riz, la vigne, le cotonnier, la sériciculture pourraient donner des résultats magnifiques. Mais les Tatars sont plutôt des pasteurs que des cultivateurs; leurs préférences vont à l'élevage, et notamment à celui du mouton. Les pêcheries représentent encore une richesse mal exploitée. Mais, au point de vue économique, l'Azerbeidjan est avant tout le pays du pétrole et celui d'origine de son emploi. C'est là que furent faits, en 1823, les premiers essais d'industrialisation. Les gisements s'étendent tout le long de la chaîne et se prolongent même au delà de la Caspienne, dans le Turkestan. On distingue trois groupes principaux d'extraction : 1) la région de Maïkop et du Kouban, qui s'étend jusqu'à la presqu'île de Kertch; 2) la région de Grosny, qui expédie par Petrovsk (au moyen d'un pipe-line) ou par Novorossisk; 3) la région de Bakou. Les deux premières régions se trouvent au Nord du Caucase et dépendent de la République des montagnards du Caucase. La production de 1916 a atteint respectivement pour ces trois centres d'extraction : 49.000, 1.750.000 et 3.571.000 tonnes. C'est dire la prépondérance de la région de Bakou, fortement industrialisée et concentrée entre trois groupes financiers, dont le plus important est celui de la Société Nobel, représentant avant la guerre 40 % de la production totale. Un pipe-line de 15 cm. de diamètre, long de 750 kilomètres, relie Bakou à Batoum, pour les expéditions sur l'Europe, indépendamment du transport par la voie ferrée en wagons-citernes. Mais la plus grande partie s'en allait en Russie, par Astrakan, en remontant la Volga dans de grands bateaux-citernes jaugeant jusqu'à 9.000 tonneaux. Le pétrole y était le combustible le plus employé, et ceci explique la mainmise des Soviets sur cette industrie et l'occupation qu'ils exercent sur les riches pays du Caucase.

C. — L'**Arménie** est bien la plus représentative de ces nationalités du Proche-Orient qui confinent à l'Europe et à l'Asie et mènent une vie nationale européenne par leur religion et leur culture, sans pouvoir se dégager entièrement du despotisme et de l'anarchie, survivances asiatiques qui semblent être le lot naturel des pays d'Orient. L'Arménie a des titres de liberté comparables à ceux de la Pologne et de la Bohême et même plus anciens. Sa population déborde de la Transcaucasie russe et s'étend dans plusieurs vilayets d'Anatolie, principalement dans ceux d'Erzeroum, Van et Bitlis et partiellement dans ceux de Diarbékir, Mamuret-el-Aziz et Sivas. Mais les Arméniens ne sont en majorité dans aucun, ce qui rend la délimitation particulièrement difficile, bien qu'il ne faille pas oublier que cette situation est due en grande partie aux déportations et aux massacres opérés par les Turcs.

Le sol de l'Arménie est un chaos montagneux, une région de hautes terres dominées par des sommets très élevés ; la « plaine d'Erivan » est à près de 1.000 m. d'altitude. C'est aussi un château d'eau, qui donne naissance à des fleuves importants, comme le Tigre et l'Euphrate, dont l'Ar-

ménie n'occupe que les vallées supérieures. Cet isolement physique explique aussi le maintien de la civilisation nationale, mais, d'un autre côté, il en a retardé ou empêché l'expansion. Le climat est rude, avec des étés brûlants et des hivers glacés; la culture n'est possible le plus souvent que par l'irrigation qui pourrait faire des vallées un immense verger; c'est ainsi que la plaine d'Erivan est un désert semé d'oasis. On cultive les céréales, le riz, la vigne, le coton et le tabac. Les richesses minérales sont mal connues et inexploitées ; on signale la présence de fer, cuivre, plomb, cobalt, pyrites, sel, charbon, pétrole ; les sources minérales sont nombreuses, les forces hydrauliques, abondantes. Mais malgré ces avantages naturels, faute de capitaux surtout et de main-d'œuvre, l'industrie se réduit à quelques métiers consacrés au travail du cuivre et du bois. Le pays manque aussi de voies et de moyens de transport et ne dispose pas d'accès à la mer. Une seule voie ferrée relie Kars et Erivan à Batoum par un long détour ; une ligne directe serait nécessaire en même temps qu'une route automobile reliant le centre du pays à Trébizonde.

Après les Juifs, les Arméniens sont le peuple le plus disséminé de la terre. On les rencontre depuis l'Inde jusqu'aux Etats-Unis ; ils ont des colonies importantes à Constantinople, Tiflis, à Bakou. Dans les villes du Proche-Orient, ils sont nombreux appartenant aux professions libérales, ou bien courtiers, commerçants ou banquiers.

X. — La Pologne[1]

La résurrection de la Pologne a réparé une des plus criantes injustices du passé. Mais son absorption par ses trois puissants voisins avait été facilitée par l'absence de frontières naturelles, par l'incapacité de l'Etat, par les abus d'une classe de grands seigneurs féodaux, par le manque de commerce et d'industrie. Ces raisons sont encore bonnes à méditer aujourd'hui, et notamment celle des frontières.

Le mot *polonia* signifie plaine ; la Pologne se compose, en effet, d'une plaine immense qu'aucun obstacle ne sépare des plaines germanique et russe, et qui n'a de limites naturelles que du côté du Sud-Ouest, là où les terrasses de la Galicie viennent s'appuyer à la muraille des Carpates. On peut lui appliquer l'épithète que Michelet ajoutait à l'Allemagne et parler de « l'indécise » Pologne. Ce fut et c'est encore sa faiblesse par la tentation qu'elle éprouve de s'étendre soit vers les confins russes, où sa frontière n'est encore que provisoirement fixée par le traité de Riga, signé avec les Soviets, soit du côté de la Lituanie, où l'attribution de Vilna n'est pas encore réglée. La Pologne doit regarder naturellement vers l'Ouest, du côté de son plus redoutable adversaire, tandis que sa frontière orientale, à la population mélangée et clairsemée, ne peut être qu'un glacis, une zone de contact et de transition. C'est, d'autre part, le pays d'un fleuve : la nation polonaise est groupée autour de la Vistule, depuis sa source dans les Carpates jusqu'à son embouchure dans la Baltique. C'est pourquoi il faut regretter que Dantzig, qui est à l'embouchure du fleuve, n'ait pas été attribué en toute propriété à la Pologne. La géographie proteste contre la décision d'en avoir fait une ville libre, qui deviendrait rapidement une ville morte si les Polonais se décidaient à créer un port sur le fragment de côte qui leur appartient, en le reliant à la Vistule.

La vie économique est concentrée en grande partie sur deux zones de peuplement dense, parcourues par les deux grandes routes de communication d'Ouest en Est : l'une au Nord, de Poznan à Varsovie par Lodz, l'autre au Sud, qui s'étend de la Silésie au Dniestr, par Cracovie et Lemberg. La Pologne est, avant tout, un pays agricole pratiquant également la culture et l'élevage. Ce sont les céréales et la pomme de terre qui dominent, accompagnées à l'ouest par la betterave à sucre, au centre par le houblon, et à l'est par le chanvre. La réforme agraire va augmenter les rendements en morcelant les grandes propriétés, répandues surtout à l'est et au sud.

Les richesses minières sont abondantes et variées; elles sont presque toutes concentrées au voisinage des Carpates et du massif ancien de Bohême. La houille est répandue dans un bassin de 600.000 hectares, à cheval sur l'ancienne frontière des trois Empires et dont la Haute-Silésie possédait 53 %. Avant la guerre, la Pologne russe produisait 7 millions de tonnes, la Pologne autrichienne, 9 millions, y compris 7 millions pour la Silésie de Teschen (dont le gisement a été attribué à la Tchécoslovaquie), enfin la Haute Silésie, 45 millions. Comme le Conseil de la Société des Nations vient de lui attribuer 80 % de cette dernière production, la Pologne se trouve bien dotée au point de vue houiller. Elle ne l'est pas moins en ce qui concerne le pétrole, localisé en Galicie, le long des

1. D. V. Bugiel : *La Pologne et les Polonais*. 1 vol. in-16, avec une carte hors texte. Editions Bossard, Paris, 1921. — *La Pologne*, revue bimensuelle, organe de l'*Association France-Pologne*, Paris, 7, rue de Poitiers. — M. Fallex : *Les frontières de la Pologne*. Travaux du Comité d'Etude. II. Op. cit. — *Revue générale des Sciences*, n° spécial du 30 novembre 1921 consacré à la Pologne.

Carpates, et qui fournissait avant la guerre un million et demi de tonnes d'huile brute ; le sel, produit en grande partie par la même région, dans les mines célèbres de Wielizka et de Bochnia; les sels de potasse de la région de Kalisz ; les phosphates de Podolie, le minerai de soufre, la cire minérale ou ozokérite, dont la Galicie renferme l'unique gisement exploité en Europe. Il faut ajouter à cela les minerais de fer, dont les plus riches sont en Haute Vistule, de zinc et de plomb, en Haute Silésie, de cuivre dans la région de Kielce.

L'industrie s'est concentrée dans les régions de Sosnowice-Dombrowa, de Lodz, de Varsovie, de Czenstochowa. L'industrie métallurgique est localisée principalement sur le bassin houiller. C'est Lodz qui est le grand centre des industries textiles, du coton, de la laine, du lin et du chanvre. Les industries du bois et de la terre — et notamment les fabriques de ciment qui exportent, — les verreries, quelques fabriques de produits chimiques s'ajoutent aux industries agricoles de la sucrerie, de la minoterie et de la brasserie. Enfin le récent partage de la Haute-Silésie accroît notablement la valeur industrielle de la Pologne, en lui attribuant dans la production totale de cette région : 82 % de la houille, 51 % du coke, la totalité du zinc et du plomb, 65,3 % de la fonte, 70,5 % de l'acier, toute la production de l'acide sulfurique, sans compter de grandes usines métallurgiques, la centrale électrique de Chorzow, qui fournit le courant à tout le bassin, et une grande usine de produits nitrés synthétiques.

XI. — La nouvelle Russie[1]

Une autre nationalité demande encore à se séparer de la Russie. C'est l'Ukraine. Il est douteux que la Société des Nations en accepte la reconnaissance et prenne une responsabilité qui atteindrait gravement les sources vives de la Russie future dans son territoire, dans sa population, dans sa vie économique. L'Ukraine, c'est le pays des Petits Russes et des Ruthènes ; elle rayonne autour de Kief, « mère des villes russes », à la fois ville sainte et cité industrielle. Ses limites sont des plus incertaines, elles ne correspondent nulle part à des accidents physiques ou à des divisions consacrées par le temps. Ni la langue, ni les caractères ethniques ne séparent nettement les habitants de leurs voisins, les Grands Russes. D'autre part, l'Ukraine, c'est avec 30 millions d'habitants la plus grande partie de la région des terres noires, le pays du blé et de la betterave à sucre, où se trouvent le grand bassin houiller du Donetz et le riche gisement de fer de Krivoïrog; la perte de ses ports sur la mer Noire viendrait s'ajouter pour la Russie à celle des ports Baltiques. Sans doute, elle pourrait encore vivre avec son seigle, mettre en valeur ses richesses minières de l'Oural et de la Sibérie. Mais, comme le fait observer M. Haumant, « l'unité russe a été le résultat d'un effort plusieurs fois séculaire, et cet effort, c'est la géographie qui l'a imposé aux grands princes de Kief et aux tsars de Moscou. Des autonomies régionales sont possibles et même désirables dans cette plaine immense, mais vouloir créer des États, ce serait faire à rebours un processus historique qui a été civilisateur et, d'ailleurs, inévitable. En affrontant l'Ukraine et la Russie, les Puissances prépareraient une guerre de récupération, analogue, sauf le nom, à la guerre de Sécession des États-Unis. »

Cette dernière perspective apparaît évidemment lointaine, car l'application des principes communistes par le gouvernement des Soviets a ruiné pour longtemps la prospérité économique de la Russie, sans que l'on constate, tant la masse du peuple est amorphe et inorganisée, aucune réaction contre ce régime. La Russie paye cher l'absence d'une forte classe moyenne, celle qui, ailleurs, fait les révolutions et les défait. Faute d'une intervention de ce genre, il faudra probablement attendre l'évolution du gouvernement actuel qui, d'ailleurs, est déjà commencée. Après avoir nationalisé la terre, les banques, le commerce, les industries, les moyens de transport, les Soviets ont dû reconnaître qu'ils avaient ruiné le pays et ses habitants. La Russie est devenue, comme l'Inde d'avant les chemins de fer, un pays de famines. L'État capitaliste a dû imposer à ses usines un véritable régime militaire, allant jusqu'à la suppression du droit de grève, et malgré cela, la grande industrie disparaît de plus en plus. A l'inverse de ce qui se passe dans les autres pays d'Europe, on constate un exode urbain : la population des grandes villes diminue rapidement, tandis que les paysans, en tant que classe sociale et puissance économique, deviennent de plus en plus prédominants. Devant ces résultats, les Soviets évoluent; ils acceptent le principe de la propriété foncière; ils laissent le commerce se reconstituer, l'industrie privée se reformer ; ils font appel aux capitalistes étrangers pour reprendre la mise en valeur des richesses naturelles. Mais ce qui retardera encore longtemps le relèvement économique de la Russie — cependant si précieux pour l'Europe entière, — ce sera, d'une part, l'état des moyens de transport, en grande partie détruits, et, d'autre part, la situation financière, à la suite de l'émission illimitée du papier-monnaie.

Pierre Clerget,
Directeur de l'Ecole supérieure
de Commerce de Lyon.

1. E. Haumant : *Le problème oukrainien* ; L. Hautecœur : *Les rapports économiques de la Russie et de l'Ukraine*. Travaux du Comité d'études. II. Op. cit. — Simon Zagorsky : *La République des Soviets. Bilan économique*. 1 vol. in-8, P. Payot et Cie, Paris, 1921.

BIBLIOGRAPHIE
ANALYSES ET INDEX

1° Sciences mathématiques

Czuber (Dr Emmanuel). — **Die statistischen Forschungsmethoden.**— *Un vol. de* x + 238 *pages avec* 35 *figures* (*Prix* : 60 *marks, plus les majorations*). *Seidel und Sohn, éditeurs, Vienne*, 1921.

L'auteur nous dit dans sa préface que c'est à l'apparition de l'ouvrage « *An Introduction to the Theory of statistics* » par G. Udny Yule qu'il doit d'avoir eu l'idée d'écrire un ouvrage de même nature.

Il écrit aussi qu'il a emprunté à M. Yule un grand nombre d'exemples numériques.

Et en effet un simple coup d'œil sur la table des matières révèle la presque identité des deux ouvrages dans leur composition générale. Ils se divisent chacun en les mêmes trois parties: I. *Théorie des attributs*. II. *Théorie des caractéristiques variables*. III. *Relations avec la théorie des erreurs*. Et chaque partie est semblablement divisée dans les deux livres: par exemple la seconde partie (celle qui est plus particulièrement basée sur les travaux anglais, ceux de K. Pearson et de son école) contient, dans l'un comme dans l'autre, les sections suivantes: 1° La courbe des fréquences; 2° Les moyennes; 3° Le coefficient de dispersion; 4° La théorie de la covariation (ou corrélation); 5° La pratique; 6° L'emploi du coefficient de covariation; 7° La covariation de plusieurs variables.

Le Dr Czuber a cru devoir cependant modifier l'ouvrage original anglais en y introduisant un nombre assez grand d'exemples numériques empruntés aux statistiques allemandes et autrichiennes et concernant des domaines variés d'application de la statistique.

En résumé, on peut considérer son livre comme une adaptation de l'excellent livre de M. Yule, à l'usage des lecteurs de langue allemande.

M. Fréchet,
Professeur à l'Université de Strasbourg.

Beghin (H.), *Professeur à l'Ecole Navale*. — **Statique et Dynamique.** *Tomes I et II*. — 2 *vol. in*-16 *de* 200 *et* 208 *pages, avec* 76 *et* 151 *fig., de la* Collection Armand Colin (*Prix* : 5 *fr. chaque volume*). *Librairie Armand Colin, Paris*, 1921.

Cet ouvrage fait partie de la collection de petits livres édités par la librairie Armand Colin et dont le but est de « vulgariser sans abaisser » les connaissances les plus variées.

L'auteur s'adresse principalement aux jeunes gens qui se destinent aux carrières industrielles. Mais il pourra tout aussi bien trouver des lecteurs parmi les personnes qui, possédant déjà une certaine culture scientifique, désirent acquérir des connaissances précises sur la Mécanique, sans être obligées de se plonger dans de volumineux ouvrages techniques, dont la longueur décourage et dont les détails masquent souvent les principes fondamentaux.

Certes, ces ouvrages de pure technique ont leur utilité. Mais il me semble qu'on ne peut les aborder avec fruit qu'avec un minimum indispensable de culture théorique.

Et ceci est surtout vrai en Mécanique, car rien n'est plus dangereux que de se livrer à cette science, si l'on n'en connaît pas parfaitement les principes. Ceci n'est probablement pas l'opinion de nombreux mécaniciens d'atelier, qui, à la suite d'une longue pratique, ont acquis, en quelque sorte, le sens des phénomènes au milieu desquels ils vivent et affichent ordinairement un souverain mépris pour les théoriciens, qui ne savent même pas donner un coup de lime, ni tenir un burin.

L'usage exclusif de la *Mécanique intuitive* conduit incontestablement à des résultats, qui, la plupart du temps, sont exacts. Mais, il peut conduire aussi, à propos de phénomènes nouveaux, compliqués ou peu familiers, à des hérésies, dont les conséquences peuvent être fort dangereuses.

On m'objectera que la Mécanique purement théorique, dite *Mécanique rationnelle*, présente le grave défaut de n'aboutir, la plupart du temps, qu'à des résultats abstraits, sans utilité pratique, et que les professeurs chargés, en France, d'enseigner cette science seraient à peu près tous incapables de faire fonctionner une machine dans une usine quelconque.

Cela est parfaitement exact, car ces professeurs sont généralement des mathématiciens de profession. Mais cela prouve simplement qu'il ne suffit pas de connaître la Mécanique rationnelle pour s'intituler ingénieur. Après la théorie, vient la pratique et le bon ingénieur doit connaître l'une et l'autre. Il doit être également familier avec la Mécanique rationnelle et avec la Mécanique intuitive, la première devant contrôler la seconde et lui venir en aide dans les cas difficiles.

Je pense que cette opinion est aussi celle de M. Béghin, car son livre, bien que s'adressant à de futurs ingénieurs, garde toute la rigueur d'un ouvrage de mathématicien, sans s'embarrasser néanmoins d'aucune considération philosophique sur les concepts de la Mécanique, cette science étant regardée, avant tout, par l'auteur, comme une science expérimentale.

Le tome I commence par une étude sur la *Géométrie* et la *Cinématique des masses*. Viennent ensuite les *lois de la Mécanique*, très clairement exposées et, pour terminer, la *Dynamique du point*.

Le tome II débute par un chapitre sur les *mouvements oscillatoires*. L'auteur expose ensuite la *Statique des solides invariables*, *la Statique des corps déformables* (fluides et fils parfaitement flexibles) et la *méthode du travail virtuel*.

Les chapitres suivants sont consacrés à la *Dynamique des systèmes* (théorèmes généraux ; énergie, machines ; dynamique des solides invariables). Viennent enfin un chapitre sur les *chocs et percussions* et, pour terminer, une note sur les *systèmes d'unités*.

Il est impossible, sous peine d'allonger démesurément cette analyse, de rendre compte d'une manière détaillée de l'énorme quantité de choses contenues dans ces deux petits livres, qui sont extrêmement bien documentés. Outre les théories classiques de la Mécanique rationnelle, M. Béghin envisage une foule d'applications pratiques et industrielles, qui sont le plus souvent proposées comme exercices à résoudre. Leur grande variété et les indications précises qui les accompagnent prouvent que l'auteur n'est pas seulement un mathématicien, mais aussi un technicien distingué, très au courant de la science de l'ingénieur. On trouvera dans son ouvrage une foule de renseignements sur les questions les plus diverses, et les professeurs de Mécanique eux-mêmes auront intérêt à puiser, pour leurs élèves, parmi les 464 exercices que comportent les deux volumes, car ces exercices présentent toujours un véritable intérêt mécanique et ne sont pas, comme on nous l'a si souvent reproché, des distractions de mathématicien. En outre, ils sont poussés, la plupart du temps, jusqu'à l'application numérique, avec des données vraisemblables, telles qu'on en peut rencontrer dans l'industrie.

L'ouvrage, par sa concision même, est évidemment d'une lecture un peu difficile pour quiconque ne sait encore rien de la Mécanique. Il est à la portée d'un bon élève de Mathématiques spéciales ou de Mathématiques générales, en ce qui concerne, du moins, la compréhension des théories. Pour ce qui concerne la résolution des exercices, je serai beaucoup moins affirmatif, car nombre d'entre eux m'ont paru assez ardus, même pour un candidat au certificat de Mécanique rationnelle. Cela tient à ce que l'auteur a voulu présenter, sous cette forme extrêmement condensée, une foule de problèmes techniques, dont certains, tels que la stabilisation gyrostatique, pour ne citer qu'un exemple, contiennent de sérieuses difficultés théoriques.

Le lecteur qui s'imposerait de les résoudre tous y dépenserait une grande peine; mais, en compensation, le bagage acquis serait considérable et lui permettrait de lire avec facilité les ouvrages de pure technique auxquels j'ai fait allusion au début de cette analyse.

J. Haag,
Professeur de Mécanique à la Faculté des Sciences de Clermont-Ferrand.

Villat (Henri). — **Aperçus théoriques sur la Résistance des fluides.** — 1 *vol. in*-8° *écu de* 101 *p. avec* 56 *fig. de la* Collection Scientia, n° 38 (*Prix* : 4 *fr.*). *Gauthier-Villars et Cie, éditeurs, Paris*, 1921.

Dans le magistral *Traité de Mécanique*, d'Appell, la 3e édition du tome III est totalement refondue et 40 pages de ce beau livre sont consacrées aux travaux de M. Villat et rédigées par M. Villat.

Cet exposé se trouve élargi, complété par le volume que nous analysons de la *Collection Scientia*, déjà vieille et toujours jeune! Ce volume n° 38 résume, dans une direction, les progrès de l'Hydrodynamique théorique en ces 20 dernières années, progrès dus à MM. Cisotti, Levi-Civita, Brillouin, et à M. Henri Villat, dans une suite de travaux originaux qui s'échelonne sur 10 années (1911-21) et qui concerne le mouvement d'un fluide touchant un obstacle et le mouvement d'un solide dans un fluide.

Questions ardues, même dans le schème simplifié du fluide parfait, discussions épineuses, puisqu'on rencontre et qu'on doit expliquer des paradoxes, ceux de Dubuat, de Dalembert, de Brillouin.

L'œuvre de M. Villat est fortement originale; les chapitres 2, 5, 7, 8, 9 de ce livre sont tout entiers de lui, et il a trouvé, d'ailleurs, un disciple distingué en M. René Thiry.

M. Thiry, dans sa Thèse (Strasbourg, 1921), a fait l'étude systématique des *indéterminations* dont M. Villat avait prouvé l'existence.

Ces indéterminations, ces *solutions multiples* donnent l'impression que l'Hydrodynamique est et demeure une science excessivement difficile. Et je dois prévenir le lecteur qu'il faut être vraiment mathématicien pour lire M. Villat. Le « Certificat de Mathématiques générales » ne suffirait pas, car il ne comporte pas la *représentation conforme*, le principe de Dirichlet, les fonctions elliptiques, dont M. Villat fait usage, dès l'abord.

Lorsqu'une question est difficile, demande du savoir et du talent, les ignorants ont la ressource (dont ils abusent un peu) de dire : « c'est de la Théorie ».

Félicitons ceux qui, comme M. Villat, font de belles théories, cadres nécessaires de la science en formation!

Robert d'Adhémar,
Ingénieur des Arts et Manufactures,
Docteur ès Sciences.

2° Sciences physiques

Einstein (Alb.). — **L'Ether et la Théorie de la Relativité** (*Trad. franç. par* M. Solovine). — 1 *broch. in*-8° *de* 16 *p.* (*Prix* : 2 fr.50). *Gauthier-Villars et Cie, éditeurs, Paris*, 1921.

Cette petite brochure d'une quinzaine de pages est la traduction d'une conférence faite par M. Einstein à Leyde en mai 1920. L'auteur y étudie l'évolution de l'idée d'éther depuis la naissance de ce concept et essaye de dégager ce qui pourra subsister de cette notion au milieu du bouleversement général de nos idées qu'apporte la théorie de la relativité générale.

Née du besoin d'expliquer les actions newtonniennes à distance, que l'esprit humain répugnait à regarder comme se transmettant instantanément d'un corps à un autre sans intermédiaire, l'idée d'éther a trouvé un point d'appui dans la théorie vibratoire de la lumière. On était arrivé ainsi à l'idée d'un éther *quasi rigide*, doué de propriétés bizarres calquées sur celles de la matière.

Le développement de la théorie de l'électricité fit évoluer cette notion et on en arriva, avec Lorentz, à la dépouiller de la plupart de ses propriétés mécaniques.

Au début de la théorie de la relativité, une tendance nette se manifesta, celle de rejeter entièrement l'idée d'éther. Les présentes considérations de M. Einstein marquent un pas en sens contraire. L'auteur montre que l'idée d'éther n'est pas incompatible avec la théorie de la relativité générale, qu'il est au contraire commode et

peut-être nécessaire de l'introduire à condition de pousser encore plus loin les idées de Lorentz, de ne pas regarder l'éther comme constitué de parties repérables dans le temps et de ne pas lui appliquer la notion de mouvement.

Est-ce là le stade définitif de la notion d'éther ? Il serait bien osé de l'affirmer et l'on ne peut guère s'empêcher de penser que la vraie solution, si on pouvait y arriver sans contradictions, serait le rejet de cette notion dont l'utilité ne s'est jamais grandement fait sentir.

R. Thiry,
Maître de conférences à la Faculté des Sciences de Strasbourg.

Burton (E. F.). — **The physical properties of colloïdal solutions** (2e édition). — 1 *vol. in*-8° *de* 220 *p. avec* 18 *fig. de la collection* « Monographs on Physics » (*Prix cart.* : 12 *sh.* 6 *d.*). *Longmans, Green and Co., éditeurs, Londres*, 1921.

Nous avons déjà présenté, il y a quelques années, aux lecteurs de la *Revue*, la première édition du livre de M. Burton (voir la *Revue générale des Sciences* de 1916, page 532). La seconde édition diffère assez peu de la précédente. Le plan d'ensemble et la plupart des chapitres ont été conservés. Le lecteur y trouvera donc toujours la mine de renseignements intéressants et l'abondante bibliographie que nous avions signalées. Je rappelle que les principales questions traitées sont les propriétés optiques des colloïdes, le mouvement brownien, la cataphorèse, la coagulation des colloïdes.

Les chapitres qui ont reçu les remaniements les plus importants sont : 1° le chapitre d'introduction, 2° celui qui traite de la coagulation des colloïdes. Les travaux récents ont été partout mis en œuvre, et, en particulier, une étude critique des théories de la coagulation a été ajoutée à l'exposé des expériences.

L'auteur n'a pas cru devoir déférer au vœu que nous avions exprimé en 1916, et qui était de voir alléger un ouvrage si touffu de certains développements historiques (histoire du microscope, histoire du mouvement brownien), qui restent d'un intérêt secondaire dans un sujet si vaste. Le mérite et l'utilité de son travail ne s'en trouvent nullement diminués, et on ne peut que le recommander à tous ceux qui sont curieux de se renseigner sur cette importante question.

Eugène Bloch.

Moureu (Ch.), *de l'Académie des Sciences.* — **La Chimie et la Guerre.** Science et avenir. — 1 *vol. de* 384 *pages. Masson et Cie, éditeurs, Paris*, 1920.

Le livre de M. Charles Moureu a été rapidement connu du public et consacré par le succès. Aussi nous ne prétendons pas aujourd'hui le présenter au lecteur, mais nous voulons qu'il ait sa place dans cette bibliographie, et qu'il y soit enregistré comme un livre qui fait date. Il marque en vérité un temps dans l'histoire de la Chimie. Sans doute, avant la guerre, l'utilité pratique de la Chimie n'était pas ignorée, et de louables efforts étaient faits pour donner à l'industrie chimique plus de développement dans notre pays. Mais c'est la guerre des gaz, inaugurée par les Allemands en avril 1915, qui a donné brusquement aux recherches et aux fabrications chimiques un caractère de nécessité urgente et de vitale importance. Dans la lutte tragique qui s'est engagée alors, on sait que M. Charles Moureu et ses collaborateurs ont joué un rôle de premier plan. Nul n'était donc plus qualifié que lui pour en écrire l'histoire. Elle est racontée d'une façon très vivante et très fidèle. Mais elle n'occupe guère qu'une cinquantaine de pages (sur deux cents) dans la première partie du livre. C'est que l'auteur a voulu par ailleurs mettre en lumière l'utilité générale de la Chimie dans tous les services de l'armée. Ni l'artillerie, ni l'aéronautique, ni l'intendance, ni le service de santé ne peuvent se passer d'elle. Et c'est l'image de ce qui a lieu normalement dans la vie économique du pays. Aussi M. Moureu tire de là des leçons salutaires pour l'avenir. La seconde moitié de l'ouvrage dresse un remarquable tableau de ce que doit être dans la France moderne l'organisation du travail scientifique. Elle est écrite avec une conviction ardente qui appelle l'action. Il faut souhaiter que cet excellent livre se répande davantage encore, et dans tous les milieux.

A. Job,
Professeur au Conservatoire des Arts et Métiers.

3° Sciences naturelles

Mendes Corrêa (A. A.), *da Accademia das Sciencias de Lisboa, Professor da Universidade do Porto.* — **Homo** (Os modernos estudos sôbre a origem do Homen). — *Un vol. in*-12 *de* 320 *p. avec* 29 *fig. Lumen* (*Empresa internacional editora*), *Lisboa, Porto, Coimbra*, 1921.

L'ouvrage de M. Mendes Corrêa intitulé « Homo » expose clairement les idées modernes sur l'origine de l'Homme. L'auteur, après avoir passé brièvement en revue les hypothèses récemment émises sur l'origine animale de l'Homme par Keith, Gregory, Elliot Smith, Wood-Jones, Klaatsch, Sergi, Sera, insiste sur l'absence de données précises, dans l'état actuel de nos connaissances, en ce qui concerne notre type ancestral. Cet exposé est complété par un examen comparé des doctrines évolutionnistes récentes de Weissmann, Mendel, Cope, Rosa, Osborn, Einstein.

Les Singes fossiles comprennent, à côté des Lémuriens d'Europe, d'Amérique et de Madagascar, quelques Platyrhiniens et Catarrhiniens, mais surtout des types très variés d'Anthropoïdes, bien connus aujourd'hui à la suite notamment des travaux de Pilgrim et Gregory. La calotte cranienne de *Pithecanthropus* est morphologiquement intermédiaire entre les Anthropoïdes et l'Homme, tandis que le fémur du Trinil aurait appartenu à l'*Homo sapiens*.

L'Homme fossile le plus archaïque est le *Palæoanthropus heidelbergensis* de Mauer. Après avoir brièvement retracé la question de l'Homme de Piltdown, l'anthropologiste portugais étudie l'*Homo neanderthalensis* et sa variété *krapinensis*, puis la série des formes du Paléolithique supérieur, *H. aurignacensis*, *Grimaldii*, *spelæus* et *priscus* de Combe-Capelle, Gri-

maldi, Cro-Magnon et Chancelade. Les gisements épipaléolithiques et prénéolithiques d'Ofnet, de Mugem et de Salvaterra de Magos (Portugal) comptent : 1° des dolichocéphales méditerranéens ou ibéro-insulaires (*H. afer taganus*), qui rappellent l'*H. aurignacensis* par leur type physique et leur culture ; 2° des brachycéphales comparables à la race cévenole ou occidentale (*H. alpinus*). Le problème de l'Homme pléistocène d'Amérique est encore en suspens. Le crâne de Boskop (Transvaal) présente des affinités discutables, tandis que celui de Talgai (Australie) indique une variété *proto-australiana*.

Les documents que nous possédons actuellement ne sont pas suffisants pour permettre de reconstituer la phylogénie de l'Homme ; ils ont néanmoins révélé l'existence de formes de Primates fossiles plus généralisées que les types actuels et dont Dubois, Schlosser, Pilgrim, Keith, Gregory et Osborn se sont servis pour dresser des arbres généalogiques, malheureusement tous plus ou moins prématurés. Nous ne sommes pas davantage absolument fixés sur le mécanisme, les facteurs et les centres de l'anthropogénèse, quoique l'Asie soit le plus souvent considérée comme le berceau de l'humanité. La doctrine néomonogéniste de Giuffrida-Ruggeri voit dans l'humanité une espèce linnéenne, *H. sapiens*, dans laquelle la formation des races serait due à l'intervention de nombreux facteurs comparables à ceux qui ont déterminé la genèse des divers types d'animaux.

Le livre de M. Mendes Corrêa, qu'illustrent une trentaine de figures dans le texte, offre une intéressante mise au point de la question des origines de l'Homme. Il témoigne d'une solide documentation bibliographique. Cet intéressant exposé de vulgarisation fera certainement pénétrer dans les milieux cultivés de langue portugaise des notions scientifiques concrètes et précises sur la Paléontologie humaine ; le lecteur s'y documentera aisément sur l'un des grands problèmes qui préoccupent le plus les esprits curieux des choses du passé.

L. Joleaud,
Maître de conférences de Paléontologie
à la Faculté des Sciences de Paris.

Paris (P.). — **Faune de France. 2. Oiseaux.** — 1 *vol. in-8° de 473 p. avec 490 fig.* (*Prix* : 40 *fr.*). *P. Lechevalier, éditeur, Paris*, 1921.

Il y a déjà quelques années, M. Paris publiait une clef dichotomique des Oiseaux d'Europe dont j'ai pu par l'usage apprécier l'utilité. Aujourd'hui c'est une faune ornithologique exclusivement française qu'il offre à nos zoologistes.

L'ouvrage commence par un résumé — à la fois succinct et complet — de l'organisation des Oiseaux : l'auteur passe successivement en revue le tégument, la morphologie externe, la mue, le squelette, la musculature, le système nerveux, les organes des sens, la locomotion, l'appareil digestif, circulatoire, respiratoire, la phonation, l'appareil urinaire, génital, l'œuf.

A ces notions font suite quelques renseignements sur la bionomie des oiseaux, leurs migrations, leur classification, leur distribution géographique et stratigraphique, enfin la préparation des échantillons de collection. Arrivé là, le lecteur attentif sait tout ce qui peut lui être nécessaire pour la détermination de ses spécimens et l'intelligence des diagnoses dont tous les termes techniques ont été expliqués dans l'introduction.

Une première clef dichotomique, fondée sur la morphologie de la podothèque et de la ramphothèque, conduit au nom de la famille (parfois même déjà à celui du genre). Pour chaque famille a été établie une clef qui conduit, elle, directement au nom spécifique.

La clarté et la simplicité de ces tableaux dichotomiques tient à ce fait que les caractères invoqués pour la détermination des oiseaux sont très apparents et aisément observables (taille, couleur, forme du bec, des pattes, morphologie des plumes, etc.).

La partie iconographique du volume mérite elle aussi quelque attention : la grande majorité des espèces est figurée, non pas en entier, mais dans ce qu'elle a de plus caractéristique.

C'est le plus souvent la tête qui est représentée, fréquemment aussi la patte, parfois l'aile, la queue, l'oreille ou le bec.

Pour chaque espèce de notre avifaune, M. Paris nous donne non seulement les caractères morphologiques du mâle et de la femelle (aux différentes époques de l'année), mais aussi la description du jeune et celle du poussin à l'occasion. C'est là un des éléments les plus précieux de cette faune : tous ceux qui ont tenté d'étudier nos oiseaux français connaissent les difficultés que l'on rencontre dans l'identification des jeunes, souvent très différents des adultes, et sauront gré à l'auteur des renseignements si précis qu'il donne à ce sujet. Ce n'est d'ailleurs pas tout, et, pour chaque forme, nous trouvons aussi des notions sur le nid, son emplacement et sa composition, enfin sur la ponte, le nombre d'œufs, leur forme, leur taille et leur coloration. Quelques indications sur la résidence habituelle et la répartition géographique complètent la diagnose spécifique.

Par l'abondance des renseignements qu'il contient ; sa synonymie moderne et l'abondance des figures, ce livre de M. Paris est appelé à devenir l'indispensable vademecum de l'ornithologiste français.

Th. Monod.

Villemin (F.), *Professeur d'Anatomie à l'Ecole de Médecine de Reims.* — **Recherches d'Anatomie comparée sur le duodénum de l'Homme et des Mammifères.** — 1 *vol. in-8° de 164 p. avec fig.* (*Prix* : 18 *fr.*). 3e *fascicule des* « Archives de Morphologie générale et expérimentale ». *G. Doin, éditeur, Paris*, 1922.

Au point de vue anatomique, le duodénum des Mammifères se distingue nettement du reste de l'intestin grêle par un certain nombre de caractères (fixité relative, situation profonde). Mais cette individualisation du duodénum est-elle purement superficielle ou peut-elle aussi se justifier par sa structure et son rôle, tel est le but des recherches de M. Villemin.

Son travail comprend trois chapitres. Le premier est consacré au duodénum de l'homme (adulte, enfant, embryon). Après avoir établi que la limite avec le

jéjunum est nettement marquée par un rétrécissement extérieur et, intérieurement, par une valvule, l'auteur montre qu'un étranglement, situé un peu au-dessus de l'ampoule de Vater, subdivise le duodénum en deux parties. La partie supérieure a une paroi épaisse; elle ne possède pas de valvules conniventes; elle contient des glandes de Brünner; les villosités y sont espacées et courtes; la vascularisation est assurée par l'artère hépatique. La partie inférieure a une paroi mince, des valvules conniventes, des villosités serrées et hautes, de nombreuses glandes de Lieberkühn, mais pas de glandes de Brünner; ses vaisseaux viennent de l'artère mésentérique supérieure.

Le deuxième chapitre étudie le duodénum d'un grand nombre de Mammifères. Chez tous existe la division en deux segments avec les mêmes caractères que nous avons vus plus haut; souvent même, la séparation est beaucoup mieux marquée que chez l'homme. Le point où se fait cette séparation est intéressant à préciser : lorsque les canaux biliaire et pancréatique s'ouvrent dans le duodénum au même niveau, la limite passe juste au-dessus de leur commun abouchement. Mais, lorsque ces conduits se terminent loin l'un de l'autre, cette limite est toujours située immédiatement au-dessus de l'orifice du canal pancréatique. Quant au canal biliaire, il s'ouvre en un point variable du premier segment.

Le chapitre III, consacré à l'étude de la signification morphologique et fonctionnelle du duodénum, résume et interprète les faits précédents. M. Villemin montre que la différenciation du duodénum des Mammifères en deux segments est un fait primordial. Le segment est tout à fait caractéristique; son existence est liée à celle des glandes de Brünner. La non-identification de celles-ci avec les glandes pyloriques, sur laquelle insiste longuement l'auteur, prouve qu'il ne se rattache pas à l'estomac comme on l'avait prétendu. A son niveau se manifeste l'action spécifique des glandes de Brünner (neutralisation du chyme gastrique, mécanisme sécrétoire de la sécrétine, début d'action protéolytique?). Le segment inférieur est lié à la fonction pancréatique; sa structure le rapproche beaucoup du reste de l'intestin grêle. Il est probable qu'à son niveau commence l'absorption intestinale.

Les lignes qui précèdent montrent que le travail de M. Villemin n'est pas un travail d'anatomie macroscopique pure, et c'est là son mérite. En étendant ses recherches à l'anatomie microscopique, à l'embryologie et à la physiologie du duodénum, l'auteur est arrivé à nous montrer d'une façon complète et précise la valeur morphologique de celui-ci.

HENRI V. VALLOIS,
Professeur à la Faculté de Médecine de Toulouse.

4° Sciences diverses

Brunschvicg (Léon), *Membre de l'Institut.* — **Nature et Liberté.** — 1 *vol. in-18 de* 162 *p. de la* Bibliothèque de Culture générale (*Prix* : 4 *fr.*). *Librairie F. Alcan, Paris*, 1921.

Comme l'auteur l'indique très nettement dans son introduction, le but de ce petit volume est d'exposer une certaine conception de la philosophie. S'il existait une histoire étendue à toutes les doctrines qui ont eu quelque influence effective et saisissant les relations de la pensée philosophique avec l'état des sciences et des techniques ainsi qu'avec les vicissitudes des sociétés politiques et religieuses, on pourrait « décrire avec exactitude le jeu d'actions et réactions entre les faits et les raisons, qui de la science et de l'action fait surgir les principes sur quoi elles vont s'appuyer ». « La philosophie saura ce que les hommes ont cru; mais du même coup elle dira pourquoi il y a certaines propositions qu'il est absurde d'affirmer encore, d'autres qu'il ne serait pas moins absurde de ne pas affirmer... La philosophie, dans l'hypothèse où nous nous plaçons ici, résumera l'expérience de l'humanité pensante : cette expérience, après avoir par ses étonnantes variétés instruit le clinicien et diverti le dilettante, devra s'achever en une épreuve de vérité qui opérera le discernement des valeurs, qui éliminera la diversité et les contradictions, pour ne plus laisser subsister que la seule unité. »

Dans la première partie : « *Les directions initiales de la pensée moderne* », M. Brunschvicg étudie, à propos de Descartes et de Pascal, les deux courants antagonistes de rationalité et d'irrationalité qui, dès l'aurore de la civilisation moderne, se sont partagé l'empire des esprits.

Dans la deuxième partie : « *Philosophie de la nature* », il s'occupe de l'œuvre philosophique d'Henri Poincaré[1], des rapports de l'arithmétique avec la théorie de la connaissance, et des rapports de la conscience intellectuelle et de la conscience morale.

Enfin dans la troisième partie : « *Philosophie de la liberté* », par deux études qui, bien que datant de 1902 et de 1914, sont encore d'actualité, il met en regard *l'idée de liberté dans l'éducation française* et *le concept de la culture allemande.* « La conclusion, consacrée aux rapports entre *la religion et la philosophie de l'esprit*, aurait pour ambition de montrer comment se résout le problème suprême de la philosophie pour qui est attentif à ne rien laisser perdre du long travail par lequel l'humanité, scrutant sans trêve, avec un scrupule croissant, ses motifs d'affirmer et ses raisons d'aimer, a renversé les idoles de l'imagination et les rites de la tradition afin d'assurer la richesse de la vie intérieure. » Cet ouvrage sera lu avec intérêt par les savants qui, ne se laissant pas absorber uniquement par la recherche scientifique, aiment à se tenir au courant du mouvement général des idées et se préoccupent de la valeur de la Science.

MARCEL DUFOUR,
Professeur à la Faculté de Médecine d'Alger.

1. Cette étude a paru en septembre 1913 dans le numéro que la *Revue de Métaphysique et de Morale* a consacré spécialement à Henri Poincaré.

ACADÉMIES ET SOCIÉTÉS SAVANTES
DE LA FRANCE ET DE L'ÉTRANGER

ACADÉMIE DES SCIENCES DE PARIS

Séance du 6 Février 1922 (fin)

3° Sciences naturelles. — M. **G. Mouret** : *Sur la limite orientale du massif granitique de Millevaches.* — M. **Ph. Glangeaud** : *Le bassin oligocène effondré de Saint-Flour (Cantal)-Malzieu (Lozère). La Truyère miocène affluent de l'Allier.* — M. **Ph. Négris** : *Phases glaciaires en Grèce; leur relation avec le morcellement de l'Egéis.* D'après l'auteur, le continent égéen n'aurait disparu qu'après la phase glaciaire la plus froide retrouvée en Grèce, qu'il attribue au Rissien. La mer, lors de la submersion de l'Egéis, avaient encore un niveau de 700 m. et plus. — M. **R. Bourret** : *Les nappes dans le Nord-Est du Tonkin.* — M. **L. Dussault** : *Sur la géologie du Tonkin occidental.* La structure du Tonkin occidental est symétrique. Dans l'axe, correspondant à une dépression synclinale, dirigée SE, est conservé un vaste lambeau d'une nappe qui forme les plateaux calcaires, sous lesquels et de chaque côté desquels se rencontre une série gréso-schisteuse triasique avec de nombreuses intercalations éruptives. — M. **E. Saillard** : *Composition des betteraves sauvages.* Des betteraves sauvages (c'est-à-dire qui n'ont été soumises à aucune sélection par la main de l'homme), provenant du Finistère, se sont montrées aussi riches en sucre que les betteraves industrielles. — M. **R. Stumper** : *Nouvelles observations sur le venin des fourmis.* La présence d'acide formique est constante chez les *Camponotinae*; les *Myrmicinae* et les *Dolichoderinae* n'en sécrètent pratiquement pas. — M. **A. A. Mendes-Correa** : *De l'asymétrie du squelette des membres supérieurs.* Sauf dans quelques rares éléments métriques, tels que l'indice de la diaphyse radiale, les recherches de l'auteur ne mettent pas en évidence des différences concluantes entre les pièces du squelette des deux côtés du corps. — M. M. **Doyon** : *Incoagulabilité du sang circulant provoquée chez la grenouille par les injections d'acides nucléiques. Durée de la phase. Comparaison avec divers anticoagulants.* Seuls les acides nucléiques sont vraiment efficaces comme anticoagulants chez la grenouille. La durée de leur action est de 24 h. — M. **Ch. Richet**, Mlle **E. Bachrach** et M. **H. Cardot** : *L'accoutumance du ferment lactique aux poisons (spécificité, simultanéité et alternance).* L'accoutumance des microbes à tel ou tel poison, transmise par hérédité, est *spécifique*, c'est-à-dire limitée au poison auquel ils ont été accoutumés. La cellule microbienne peut s'accoutumer simultanément à deux poisons, et cette accoutumance à chacun de ces poisons est, dans certains cas au moins, aussi facile et aussi complète quand il y en a deux que quand il n'y en a qu'un seul. Quand, au lieu de faire pousser simultanément les cultures sur les deux toxiques pour développer l'accoutumance, on alterne leurs cultures, l'accoutumance se produit encore, mais à un degré moindre que si l'action des toxiques était continue, au lieu d'être interrompue par des alternances. — MM. **F. Widal, P. Abrami** et **J. Hutinel** : *Recherches sur l'insuffisance protéopexique du foie dans l'hépatite dysentérique.* Il semble que dans la dysenterie amibienne non seulement le foie, même lorsqu'il est le siège de lésions métastatiques suppurées, conserve l'intégrité de sa fonction protéopexique, grâce, sans doute, à la persistance d'un grand nombre de cellules hépatiques normales en dehors des foyers malades, mais que sa résistance même soit augmentée, puisqu'il peut supporter sans dommage des doses de certains toxiques, comme les arsénobenzènes, qui, en quantité beaucoup plus faible, suffisent à rendre déficiente la fonction protéopexique d'un foie normal. — MM. **Alezais** et **Peyron** : *Sur l'histogenèse et l'origine des chordomes.* Les observations des auteurs sur les chordomes ont permis de retrouver dans les tumeurs les stades classiques de l'évolution de l'ébauche chordale, d'abord creuse (canal chordal), ensuite pleine, mais encore indifférenciée, et enfin adaptée à un rôle de soutien. — M. **E. Burnet** : *Sur un nouveau procédé de diagnostic de la fièvre méditerranéenne.* C'est l'intradermoréaction faite avec une goutte de filtrat d'une culture en bouillon de *Micrococcus melitensis.* — MM. **M. Léger** et **A. Baury** : *La musaraigne*, Crocidura Stampflii, *et la peste au Sénégal.* Cet animal ne propage pas la peste à distance, comme les rats, mais il constitue un réservoir local de virus, capable de créer de petites épidémies de cases.

Séance du 13 Février 1922

1° Sciences mathématiques. — M. **M. Janet** : *Les caractères des modules de formes et les systèmes d'équations aux dérivées partielles.* — M. **W. Wilkosz** : *Sur un point fondamental de la théorie du potentiel.* — M. **E. Cartan** : *Sur une définition géométrique du tenseur d'énergie d'Einstein.* A chacune des trois faces d'un parallélipipède élémentaire limitées par trois arêtes OA_1, OA_2, OA_3 issues d'un sommet O, on peut faire correspondre trois vecteurs (R_1), (R_2), (R_3), représentant les projections, sur les espaces perpendiculaires à OA_1, OA_2, OA_3, des trois rotations associées aux trois faces. La somme géométrique de ces trois vecteurs, multipliés respectivement par les longueurs (ou intervalles) OA_1, OA_2, OA_3, définit le vecteur cherché, tenseur d'énergie d'Einstein. Ce tenseur est nul dans toute région vide de matière. — M. **Auric** : *Sur la résolution d'une équation linéaire indéterminée.*

2° Sciences physiques. — M. **V. Dolejsek** : *Sur les lignes Kα des éléments légers.* Résultats des recherches de l'auteur sur les éléments Zn-Cl. — M. **A. Dauvillier** : *Sur la complexité de la série K des éléments légers et son interprétation théorique.* La série K possède jusqu'à 10 composantes dans le cuivre; pour expliquer l'existence de certains satellites, l'auteur admet qu'ils proviennent de combinaisons entre de nouveaux niveaux L de basse fréquence et le niveau K. — M. **C. E. Guye** :

Sur l'extension de la loi de Paschen aux fluides polarisés. La loi de Paschen généralisée peut se mettre sous la forme $[A]V = F(n_1 a)$, où [A] est une fonction de la pression du gaz. — M. **Mercier** : *Sur la synchronisation harmonique des oscillateurs électriques.* L'auteur montre qu'il existe une tendance à la synchronisation chez deux oscillateurs simples ayant des fréquences voisines et entre lesquels il existe une liaison. Cette tendance se retrouve dans le cas où l'un des deux oscillateurs émet sur l'un des harmoniques de l'autre. On peut même étendre cette propriété à plusieurs oscillateurs en cascade, chacun d'eux étant accroché sur un des harmoniques du précédent. — M. **R. Boulouch** : *Calcul des éléments qui déterminent un système centré formé par un nombre quelconque de surfaces.* — M. **A. Zimmern** : *Influence de la température sur la sensibilité des émulsions en radiographie.* L'accroissement de température ne sensibilise pas d'une façon appréciable les émulsions vis-à-vis des rayons actiniques, mais au contraire il augmente fortement leur sensibilité aux rayons X. — M. **P. Pascal** : *Recherche magnéto-chimique des constitutions en Chimie minérale. Les acides du phosphore.* Dans tous les dérivés incomplètement saturés, le diamagnétisme du phosphore ou des groupements oxyphosphorés est fortement atténué. Dans ces dérivés, le phosphore et les groupements oxyphosphorés possèdent une individualité magnétique constante. — M. **E. Decarrière** : *Sur le rôle des impuretés gazeuses dans l'oxydation catalytique du gaz ammoniac. Influence de l'hydrogène phosphoré.* Même à la dose infime de 1/5.000.000, PH^3 figurant dans le mélange d'air et d'ammoniac comme unique impureté se comporte comme un poison redoutable. — MM. **C. Matignon** et **M. Fréjacques** : *Sur la transformation de l'ammoniaque en urée.* Résultats de l'étude statique et cinétique de la réaction, montrant l'influence favorable des températures élevées. L'urée préparée est très pure et se sépare par une simple évaporation au bain-marie. — M. **V. Thomas** : *Composé organométallique mixte de l'aluminium.* Résultat d'observations faites il y a une dizaine d'années, que l'auteur publie à l'occasion de la note de M. Faillebin (v. p. 90). — MM. **M. Godchot** et **P. Bédos** : *Sur l'oxyde du cyclohexène et l'o-méthylcyclohexanol.* La réaction de CH^3MgI sec sur l'éther-oxyde de cyclohexène a fourni l'o-méthylcyclohexanol, Eb. 163°-164°, différent de celui obtenu par MM. Sabatier et Mailhe en hydrogénant l'o-crésol. On se trouve probablement en présence des deux isomères cis et trans. — M. **Alph. Mailhe** : *Nouvelle préparation d'amines cycloforméniques.* L'auteur a préparé diverses amines cycloforméniques par hydrogénation des cétazines des cétones cycloforméniques. — M. **G. Meunier** : *Action d'acides minéraux sur les celluloses brutes; formation et destruction concomitantes de réducteurs. Utilisation de sous-produits de cette destruction.* Les acides dilués à chaud peuvent dégrader les lignocelluloses aussi profondément que les acides concentrés à froid, cela avec beaucoup moins d'acide, dans un temps plus court et avec la faculté de faire varier dans de larges limites les quantités absolues et relatives des réducteurs et de leurs produits de destruction.

3° Sciences naturelles. — M. **Ch. Jacob** : *La structure du Tonkin méridional.* Avec des modalités de détail un peu différentes, la structure du Tonkin méridional est celle du Nord Annam. — Mlle **Y. Boisse de Black** : *L'érosion rissienne dans les hautes vallées de la Cère et du Goul (Cantal).* — M. **P. Monnet** : *Sur le tremblement de terre italien du 7 septembre 1920.* L'aire pléistoséiste, qui intéresse la Garfagnana, la Lunigiana et l'Apennin, figure dans son ensemble un ovale dont le grand axe est parallèle à la direction générale de l'Apennin septentrional (SE-NO). Toutefois, la région des Alpes Apuanes fait pont dans cet ensemble et a été épargnée. — MM. **C.** et **M. Schlumberger** : *Phénomènes électriques produits par les gisements métalliques.* Les auteurs déduisent de nombreuses observations la conclusion suivante : Toute masse minérale qui possède la conductibilité électrique métallique continue sur une hauteur suffisante et qui est enfouie dans le sol de telle façon que certaines de ses parties s'élèvent au-dessus du niveau hydrostatique, produit dans le terrain humide ambiant des courants électriques, observables par les différences de potentiel qu'ils entraînent. — M. **P. Guérin** : *Le mucilage chez les Urticées.* Le mucilage se trouve largement réparti chez les Urticées et sa présence possible dans les divers organes de ces plantes constitue un caractère de réelle valeur, digne de s'ajouter aux particularités anatomiques (fibres, cystolithes) des représentants de cette tribu. — M. **H. Jumelle** : *Les* Neophloga, *Palmiers de Madagascar.* Ce sont de très petits palmiers, poussant généralement en touffes, à tiges grêles, avec feuilles à limbe simple fréquemment et à pétiole très court. — MM. **A. Guilliermond** et **G. Mangenot** : *Sur la signification des canalicules de Holmgren.* Les canalicules ne sont pas des artefacts, mais représentent certaines phases du système vacuolaire, bien connues aujourd'hui dans la cellule végétale, encore ignorées dans la cellule animale. — M. **Eug. Bonnet** : *Action des sels solubles de plomb sur les plantes.* Les plantes soumises à une forte dose de sel de plomb l'absorbent ; le métal absorbé se retrouve intégralement dans les racines. Tandis que l'absorption du plomb arrête la croissance des tiges, elle ralentit simplement celle des racines. — M. **G. Bertrand** et Mme **M. Rosenblatt** : *Sur la variation de la teneur en manganèse des feuilles avec l'âge.* La teneur en Mn présente un maximum dans la période de développement de la feuille, parfois dès l'apparition de celle-ci; elle subit dans la suite un fléchissement plus ou moins accentué. Souvent, on assiste à un relèvement final, tantôt faible, tantôt assez marqué pour que la proportion finale de Mn soit plus grande qu'au début. — MM. **J. Rivière** et **G. Pichard** : *La stérilisation partielle du sol.* L'arséniate de soude peut servir pratiquement pour stériliser partiellement un sol, afin d'en obtenir de meilleurs rendements (20 à 50 % de plus), sans qu'il soit nécessaire, temporairement, d'y faire apport d'engrais azotés. — M. **C. Champy** : *Sur les conditions de la genèse de l'harmozone sexuelle chez les Batraciens anoures.* Les expériences de l'auteur permettent d'éliminer le tissu interstitiel comme élaborateur de l'harmozone testiculaire. — MM. **Aug. Lumière** et **H. Couturier** : *Résistance*

des femelles en gestation aux chocs anaphylactiques et anaphylactoïdes. Cette résistance provient de ce que le volume de la masse sanguine est notablement augmenté pendant la grossesse. Si l'on pratique une saignée préalable chez les femelles en gestation, elles récupèrent leur sensibilité au choc ; si l'on injecte du sérum physiologique aux mâles, ils acquièrent temporairement l'immunité des femelles. — M. **H.-J. Frossard** : *Les gymnastiques respiratoires et les épreuves de Valsalva et de Muller.* L'auteur montre que seule est sans danger pour le cœur et les vaisseaux une gymnastique respiratoire à aspiration lente sans obstacles et à expiration sans pression sensible intrathoracique et sans vitesse à la sortie de la bouche, comme la réalise le chant de sons suffisamment graves, faibles et prolongés. — M. **Foveau de Courmelles** : *La radiothérapie combinée du sein et des ovaires contre les tumeurs du sein.*

Séance du 20 Février 1922

1° Sciences mathématiques. — M. **Em. Borel** : *Sur les fonctions d'une variable réelle indéfiniment dérivables.* — M. **G. Julia** : *Les équations fonctionnelles et la représentation conforme.* — M. **G. J. Rémoundos** : *Sur le raccordement des lignes et la courbe élastique plane.* — M. **R. Lagrange** : *Sur quelques applications du Calcul différentiel absolu.* — M. **B. Gambier** : *Correspondance ponctuelle entre deux surfaces avec échange des réseaux conjugués en réseaux orthogonaux et vice versa.* — M. **Frontard** : *Cycloïdes de glissement des terres.* — M. **J. Petitpas** : *Travail dépensé dans l'usinage mécanique du bois.* Douze années de recherches ont montré à l'auteur que l'énergie requise pour l'usinage du bois peut être évaluée d'une manière rationnelle et mise sous forme de formules et de barèmes applicables aux différents cas. Tout le gros usinage peut se diviser en 2 catégories : 1° le sciage sous toutes ses formes ; 2° le rabotage et opérations similaires. La variété des essences de bois se réduit à un petit nombre de cas-types. — M. **P. Bourgoin** : *Au sujet de la vitesse de combustion des poudres colloïdales.* D'après l'auteur, la discordance entre les résultats fournis par les formules de la Balistique intérieure et ceux de l'expérience, remise récemment en évidence par MM. Gossot et Liouville, tient au fait essentiel que l'expression adoptée pour la détermination de la vitesse de combustion ne tient pas compte de la température du milieu dans lequel s'effectue la combustion. Les expériences de l'auteur mettent en évidence le rôle capital de ce facteur. — M. **H. Andoyer** : *Sur le calcul de la précession.* L'auteur propose de nouvelles formules, d'application simple et facile. — M. **A. de La Baume-Pluvinel** : *Sur une lunette coudée destinée à l'application de la méthode des hauteurs égales.* — M. **M. Baudouin** : *La représentation matérielle préhistorique des Pléiades à 10 étoiles, dans un bassin de rocher des Epesses (Vendée).* — M. **G. Perrier** : *Sur les différences d'altitude des stations de l'arc méridien de l'Equateur.*

2° Sciences physiques. — M. **G. Gouy** : *Sur les tensions et pressions de Maxwell dans les aimants et les diélectriques.* L'auteur montre que, des deux énoncés donnés par Maxwell dans son grand Traité, l'un pour les aimants, l'autre pour les diélectriques, seul le premier doit être conservé, bien qu'il faille sans doute renoncer à rattacher les forces en jeu à la théorie de l'élasticité. — MM. **M. Courtines** et **J. Villey** : *Sur les barovariomètres à écoulement capillaire.* Les auteurs ont étudié les conditions très diverses qui influent sur la sensibilité et la précision de ces appareils. — Mlle **P. Collet** : *Couches minces formées par des mélanges de glycérides.* Les mélanges de glycérides peuvent s'étendre en couche mince sur l'eau, mais la loi d'addition ne s'applique pas à la surface couverte. Bien qu'aucune réaction chimique ne paraisse possible, on constate l'existence d'un maximum ou d'un minimum de cette surface pour une certaine composition du mélange. Le changement d'état, lorsqu'il y en a un, se produit au voisinage de ce point. — M. **H. Chaumat** : *Sur la mesure des puissances en courants alternatifs dans les cas anormaux.* — M. **Galibourg** : *Utilisation de la force thermo-électro-motrice de contact pour identifier quelques aciers.* Les différences de f.é.m. entre les divers aciers sont suffisantes pour qu'à 120° la mesure de la f.é.m. dans les conditions indiquées par l'auteur permette de classer les aciers courants ordinaires et spéciaux dans un ordre différent de celui que donne l'essai de dureté Brinell, et de donner par conséquent une deuxième équation (la première étant fournie par la dureté) pour présumer de la nature d'un acier dont on ne peut faire l'analyse. — M. **Maur. Curie** : *Action des rayons rouges et infra-rouges sur les sulfures phosphorescents.* Pour l'auteur, l'action extinctrice de la partie la moins réfrangible du spectre sur certaines substances phosphorescentes consisterait à rendre le milieu conducteur par détachement d'électrons des atomes de soufre.

SOCIÉTÉ FRANÇAISE DE PHYSIQUE

Séance du 3 Février 1922

M. **A. Pérard** : *Etude des calibres industriels au moyen des interférences lumineuses.* Les jauges industrielles se classent en trois catégories suivant la forme, sphérique, cylindrique ou plane, de leurs surfaces terminales. Les méthodes de détermination des deux premières catégories ont été exposées dans une communication antérieure (voir page 63). Pour les calibres à faces planes, du type Johansson, une première méthode d'étude a utilisé cette propriété essentielle de superposition des calibres les uns aux autres. Deux calibres-étalons auxiliaires, munis d'une échelle divisée, tracée dans l'axe longitudinal, étaient tantôt adaptés aux deux bouts du calibre à étudier, tantôt mis directement en contact entre eux, et l'on mesurait chaque fois la distance de deux traits choisis sur leurs échelles respectives. La précision du résultat, obtenu ainsi par différence, était celle des pointés aux microscopes micrométriques, soit 2 à 3 dixièmes de micron, précision largement suffisante pour tous les calibres supérieurs à 2 centimètres. Pour les petites pièces, la précision nécessaire dut être demandée aux phénomènes d'interférence lumineuse. Une première application de ces phénomènes a été exécutée à l'interféromètre de MM. Fabry et Pérot. Le

calibre à étudier était intercalé entre les deux glaces, préalablement désargentées, de l'appareil, et réglé au moyen d'un support spécial, qui le tenait à hauteur de la région centrale de ces glaces. En projetant un faisceau de lumière monochromatique alternativement sur les deux faces de l'appareil et du calibre, on obtenait, de chaque côté, pour un réglage convenable, un double phénomène de franges de Fizeau : dans la région centrale, franges produites entre la face du calibre et la glace contiguë; dans les régions marginales, franges produites directement entre les glaces. Les épaisseurs des trois lames d'air, déterminées par le numéro d'ordre des interférences, établissaient, par différence, la valeur *optique* du calibre étudié. Par ailleurs, la configuration seule des franges révélait, à première vue et avec la plus haute précision, les défectuosités de construction (planitude et parallélisme) des surfaces. Cette méthode permettait de mesurer jusqu'à 10 millimètres d'épaisseur de calibre; elle donnait une précision de 2 à 3 centièmes de micron; mais elle exigeait des réglages assez délicats et instables. Pour le calcul exact des valeurs *réelles*, une correction ne devait pas être négligée; c'était celle qui résultait de la perte de phase par réflexion normale sur l'acier, dont l'effet était de faire ressortir, pour l'épaisseur des lames d'air correspondantes, des valeurs légèrement trop fortes, comme si la réflexion se produisait sur une surface *optique* quelque peu plus enfoncée dans le métal que la surface *mécanique* ou réelle. Cette correction a été étudiée au moyen d'expériences indépendantes, par la mesure d'anneaux de Newton produits entre la surface sphérique de petites lentilles plan-convexes, et une surface plane de verre ou d'acier. Ces expériences ont permis de vérifier que pour la réflexion sur le verre le changement de phase est, à la limite d'exactitude des expériences, égal à 1/2, et de faire ressortir, pour l'acier poli, une perte de phase supplémentaire légèrement variable avec la longueur d'onde et correspondant, pour le milieu du spectre visible, à une discordance d'environ 0,70 μ entre la surface optique et la surface mécanique. En outre, ces mêmes expériences, qui mesuraient avec une grande précision les déformations de surfaces en contact, constituaient par surcroît une étude expérimentale de la formule de Hertz. Par la mesure de diverses sommes de calibres déterminés, chacun individuellement, cette méthode a permis de constater que, dans la superposition de deux calibres Johansson, l'épaisseur de la couche de lubrifiant qui reste interposée entre les surfaces adhérentes est d'un ordre de grandeur inférieur à toute quantité mesurable (plus petite que 0,02 μ à 0,03 μ), et que la nature du lubrifiant (vaseline, huile de vaseline, pétrole, essence) est sans influence appréciable au point de vue métrologique. Une seconde méthode interférentielle, actuellement encore employée, met à profit cette dernière constatation. Le calibre à vérifier est accolé contre un plan d'acier de plus grande étendue, qui le déborde de part et d'autre. Un plan de verre, muni de points de repère, produit encore, en lumière monochromatique, un double système de franges d'interférence, d'une part sur la face extérieure du calibre, d'autre part sur la région libre du plan d'acier. Les épaisseurs des lames d'air ainsi mesurées donnent, par différence, la valeur du calibre avec une précision qui n'est pas inférieure à celle de la précédente méthode. On a pu mesurer directement en valeur absolue des calibres atteignant 25 mm. Comme ci-dessus, l'exactitude de la construction (parallélisme et planitude) se révèle aussitôt par la configuration relative des deux systèmes de franges. L'appareil qui est utilisé dans ces expériences est un interféromètre réduit à sa plus grande simplicité. Le même appareil se prête à la comparaison des jauges de grandes dimensions, par groupe de trois; il suffit de les coller côte à côte sur le même plan d'acier; l'examen des trois systèmes de franges produits entre le plan de verre et les faces supérieures de ces calibres donne (avec la même précision de 2 à 3 centièmes de micron) la différence du calibre central par rapport à la moyenne des deux autres. Les pièces à comparer peuvent sans inconvénient différer entre elles de plusieurs millimètres. On a, de cette façon, la possibilité d'exécuter de véritables étalonnages par sommation de calibres et comparaison de longueurs voisines. Plusieurs calibres de 100 mm. se sont trouvés ainsi mesurés indirectement par les seuls moyens des interférences lumineuses. — M. **H. Abraham** *répond aux objections* formulées par M. Langevin contre l'identité de nature du champ magnétique et de l'induction magnétique. Une discussion s'engage à ce sujet, à laquelle prennent part MM. Pomey, Janet, Langevin, Hadamard, Brylinski et Abraham.

SOCIÉTÉ DE BIOLOGIE

Séance du 11 *Février* 1922

MM. **P. Gonzalez** et **M. Armengué** : *Sur le pouvoir hémolytique de l'iode.* L'iode à très faible dose exerce sur les globules une action hémolytique, à plus forte dose une action coagulante. Le pouvoir antihémolytique que possède le sérum en présence des nombreux agents chimiques qui agissent sur les hématies se manifeste également en présence de l'iode. — M. **C. Strzyzowski** : *Sur la constatation spectroscopique de l'oxyde de carbone dans le sang au moyen de la levure de bière.* La réductase de la levure de bière a la propriété de réduire l'oxyhémoglobine du sang, mais non la carboxyhémoglobine. Le sang renfermant cette dernière reste donc rose et continue à montrer le spectre de la carboxyhémoglobine. — M. **T. Saragea** : *Le diamètre des hématies de l'homme aux différents âges de la vie.* Ce diamètre s'abaisse régulièrement du jour de la naissance (8 μ 62) jusqu'à la fin du premier mois (8 μ 14). Cette chute se poursuit plus lentement jusqu'à la fin de la 2e année; puis le diamètre augmente pour atteindre, à l'âge de 30 à 50 ans, le chiffre moyen de 7 μ 55. — M. **E. Doumer** : *L'action de la peptone sur la tension superficielle de l'eau.* Sous l'influence de quantités croissantes de peptone du Codex, la tension superficielle de l'eau diminue suivant une courbe régulière. L'abaissement est plus marqué pour l'eau chargée de NaCl que pour l'eau distillée.

Séance du 18 *Février* 1922

MM. **M. Piettre** et **G. de Souza** : *Milieux acides*

pour l'isolement des champignons. Les auteurs recommandent les milieux à l'acide citrique, qui constitue un aliment de choix pour les champignons et arrête provisoirement l'évolution des bactéries. Ces milieux sont, en particulier, très appropriés à l'isolement des levures. — MM. **C. Saloz** et **A. Grumbach** : *Le diagnostic de la scarlatine par la déviation du complément.* Il est possible d'obtenir un antigène, probablement spécifique, en pratiquant un extrait alcoolique du sang des scarlatineux au début de la maladie. En présence de cet antigène, la déviation du complément de Bordet et Gengou est précoce (5e jour), mais elle ne persiste complète que jusqu'au 36e jour environ. La réaction peut être utilisée comme séro-diagnostic dans les formes anormales de la scarlatine. — **M. S. Metalnikow** : *Les changements des éléments du sang de la chenille* (Galleria melonella) *pendant l'immunisation.* L'auteur distingue 3 stades dans l'établissement de l'immunité : 1° les globules blancs sont attirés ou repoussés par le microbe et ses toxines; 2° il y a réaction phagocytaire (englobement et digestion des microbes); 3° il y a leucolyse et phagolyse qui mettent en liberté des ferments intracellulaires et des anticorps. — MM. **A. Chauffard, P. Brodin** et **A. Grigaut** : *Diffusibilité chimique comparée de l'acide urique et de l'urée.* L'urée et l'acide urique semblent se diffuser suivant une même loi dans les liquides ascitiques et pleurétiques; par contre, l'acide urique ne passe qu'en proportion très minime dans le liquide céphalo-rachidien, la méninge choroïdienne, perméable à l'urée, semblant arrêter la presque totalité de l'acide urique. — M. **R. Legendre** : *Action de l'étirement et de la striction sur les fibres nerveuses.* Les expériences d'étirement longitudinal montrent que la traction est supportée uniquement par la gaine conjonctive du nerf. La striction transversale, quand la charge ne dépasse pas une certaine limite, est suivie d'un retour à la forme normale; au delà de cette limite, il y a section totale.

SOCIÉTÉ ROYALE DE LONDRES

Séance du 17 Novembre 1921

1° Sciences mathématiques. — MM. **P. A. Mac Mahon** et **W. P. D. Mac Mahon** : *Le dessin de motifs qui se répètent.* Etude et classification des motifs qui se répètent dans un espace à deux dimensions. — M. **R. A. Fisher** : *Les bases mathématiques de la Statistique théorique.*

2° Sciences physiques. — M. **J. W. Nicholson** : *Un problème de la théorie de la conduction de la chaleur.* Détermination de la vitesse de déperdition calorifique d'un cylindre dont la surface est maintenue, à partir d'un instant donné, à une température constante. — M. **C. H. Lees** : *Les tensions thermiques dans des enceintes sphériques chauffées concentriquement.* Etude des tensions dans la matière d'un four de forme à peu près sphérique dues aux différences de température. — M. **F. P. White** : *La diffraction des ondes électromagnétiques planes par une sphère parfaitement réfléchissante.* — MM. **C. V. Raman** et **G. A. Sutherland** : *Le phénomène des galeries à écho.* Les auteurs complètent la théorie, due à Lord Rayleigh, des galeries à écho, qui ne permettait pas d'expliquer tous les phénomènes observés.

Séance du 24 Novembre 1921

1° Sciences physiques. — MM. **D. J. Lloyd** et **Ch. Mayes** : *La courbe de titration de la gélatine.* En solutions dont la concentration en acide est moindre que 0,04 N, HCl se combine à la gélatine suivant la loi d'action de masse. K_b est égal à $4,8.10^{-12}$ pour la gélatine, si l'on prend 839 pour poids de cette dernière entrant en réaction. La combinaison se produit probablement aux groupes NH^2 libres présents dans quelques-uns des amino-acides de la gélatine. En solution de soude diluée (moindre que 0,01 N), la gélatine se combine avec la base à un taux moindre que celui qu'on déduit des expériences avec les acides; le nombre des points d'attache pour les bases n'est probablement pas le même que pour les acides.

2° Sciences naturelles. — M. **C. S. Sherrington** : 1. *Observations sur les réponses réflexes aux excitations rythmiques chez la grenouille.* 2. *Effets de courants galvaniques constants sur les préparations nerf-muscle et réflexe de mammifères.* — MM. **D. H. de Souza** et **J. A. Hewitt** : *La périodicité idio-ventriculaire.* — M. **E. Ponder** : *L'action hémolytique du glycocholate de soude.* L'addition de faibles quantités d'histamine ou d'histidine augmente considérablement l'action hémolytique du glycocholate de soude. Mais, par addition préalable d'histamine à la suspension, on peut immuniser les érythrocytes contre l'hémolyse produite par ces mélanges. L'hémolyse est probablement due à des variations de tension superficielle.

ACADÉMIE ROYALE DE BELGIQUE

Classe des Sciences

Séance du 5 Novembre 1921

Sciences mathématiques. — M. **Cl. Servais** : *Sur la géométrie du tétraèdre.* I. — M. **L. Godeaux** : *Sur une involution rationnelle, douée de trois points de coïncidence, appartenant à une surface algébrique de genre 3.* I.

Le Gérant : Gaston Doin.

Sté Gle d'Imp. et d'Ed., rue de la Bertauche, 1, Sens.

33e ANNÉE · N° 6 30 MARS 1922

Revue générale des Sciences pures et appliquées

FONDATEUR : LOUIS OLIVIER

DIRECTEUR : J.-P. LANGLOIS, Professeur au Conservatoire national des Arts-et-Métiers, Membre de l'Académie de Médecine

Adresser tout ce qui concerne la rédaction à M. J.-P. LANGLOIS, 8, place de l'Odéon, Paris. — La reproduction et la traduction des œuvres et des travaux publiés dans la *Revue* sont complètement interdites en France et en pays étrangers y compris la Suède, la Norvège et la Hollande

CHRONIQUE ET CORRESPONDANCE

§ 1. — Météorologie

La mesure de la vitesse du vent à haute altitude par les ballons-pilotes. — Dans son très intéressant article sur la variation du vent avec l'altitude publié par la *Revue générale des Sciences* du 15 février 1922, M. Maurain, directeur de l'Institut de Physique du Globe, a bien voulu rappeler une note qui a paru sur le même sujet en 1919, dans les *Comptes Rendus de l'Académie des Sciences*.

Dans cette note, j'exprimais, au sujet des observations du vent à haute altitude par ballons-pilotes, des réserves que je crois utile de préciser.

La portée d'un bon théodolite servant aux sondages par ballons-pilotes est, en moyenne, de 24 kilomètres, d'après les mesures que nous avons faites pendant la guerre. A une distance plus grande, un ballon-pilote ordinaire n'est visible que tout à fait exceptionnellement.

Dans ces conditions, nécessairement, les sondages qui atteignent de hautes altitudes ne peuvent être exécutés que lorsque la variation de la vitesse du vent est tout à fait particulière. Ainsi que je vais le montrer, il est souvent obligatoire, pour que le sondage puisse être exécuté, que le vent présente, à une certaine altitude, une décroissance de vitesse.

Pour rendre mon raisonnement très simple, je vais supposer que le vent, à toute altitude, ait la même direction. Si le théodolite, ayant une portée de 24 kilomètres, est en O (fig. 1), la zone dans laquelle le ballon sera visible sera une sphère de centre O et de 24 kilomètres de rayon, et si je suppose que le vent a toujours la même direction, le ballon restera toujours dans le même plan, qui est le plan de la figure.

Pour que le ballon reste visible à la hauteur de 18 kilomètres par exemple, il est obligatoire qu'il soit, à cette altitude, entre les points A et B, la droite horizontale AB étant à 18 kilomètres du point O.

Si le vent à toute altitude a soufflé dans la direction

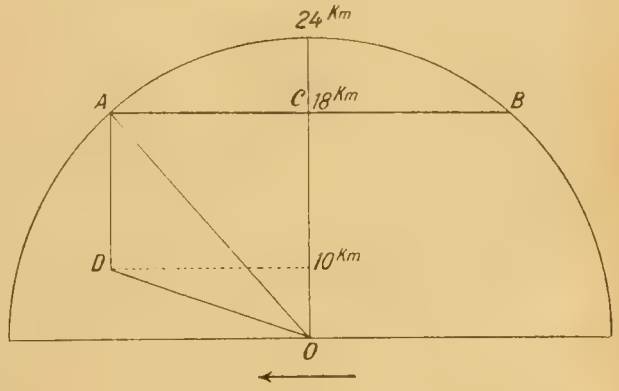


Fig. 1.

de la flèche, le ballon sera obligatoirement entre le point C et le point A.

La distance horizontale AC est égale à 16 kilomètres environ. Les ballons-pilotes, dont on se sert généralement, ont une vitesse ascensionnelle de 200 mètres à la minute : ils mettent donc, pour arriver à l'altitude de 18 kilomètres, 5.400 secondes. La vitesse moyenne du vent, pour que le ballon reste visible, aura donc dû être inférieure à 3 mètres par seconde.

Si à basse altitude la vitesse moyenne a été supérieure à 3 mètres par seconde, ce qui est le cas général, il est obligatoire qu'à une certaine altitude cette vitesse

diminue, sans quoi le ballon n'aurait pas été visible jusqu'à 18 kilomètres de hauteur.

Si la vitesse moyenne, dans les couches inférieures de l'atmosphère, est de 10 mètres par seconde (droite OD de la figure), nous ne pourrons observer jusqu'à 18 kilomètres de hauteur que les sondages qui, à partir de 5 kilomètres de hauteur, présenteront une vitesse nulle, sans quoi le ballon ne resterait pas visible assez haut.

Les seuls sondages aérologiques à grande hauteur que je pourrai exécuter, dans le cas où la direction du vent ne changera pas sensiblement, sont donc ceux où la vitesse du vent sera très faible, ou ceux qui présenteront à une certaine altitude une diminution de vitesse. Tous les autres seront éliminés. La diminution de vitesse à une certaine altitude n'est pas, dans ce cas, un caractère propre du vent, mais un phénomène inhérent à mon procédé d'expérimentation.

Les conclusions précédentes subsistent quand le vent ne présente pas de très grands changements de direction. En tout cas, avant de tirer des conclusions nettes des sondages par ballons-pilotes, il faut considérer chaque sondage au point de vue de la direction du vent et examiner si la décroissance du vent qu'on y observe n'est pas une condition obligatoire de l'expérience.

C'est la raison pour laquelle les statistiques des sondages par ballons-pilotes à grande altitude ne me paraissent pas convaincantes pour donner la loi de la variation de la vitesse du vent.

Ce qui me convainc davantage que le vent ne doit pas être fort dans la stratosphère, c'est le fait que les ballons-sondes, lancés par n'importe quel temps, retombent sur le sol, après avoir atteint des altitudes considérables, à des distances relativement faibles de leur point de départ. Le point moyen de chute est situé à 50 kilomètres environ du point de départ, et l'ascension dure en général 2 heures. Ce qui fait, en admettant que le vent ne change pas de direction, une vitesse moyenne de 7 mètres par seconde environ. Comme la vitesse moyenne dans la troposphère est supérieure à 7 mètres, il est obligatoire que plus haut la vitesse du vent soit plus faible. C'est la raison pour laquelle je me suis rallié aux conclusions de M. Maurain dans une étude sur les caractères météorologiques de la haute atmosphère, parue dans *L'Aérophile* du 1er-15 juillet 1920.

J. Rouch,
Capitaine de corvette.

§ 2. — Physique

Réalité de la contraction lorentzienne. — On sait que la contraction longitudinale des corps en translation uniforme, admise par Fitzgerald et Lorentz pour expliquer le résultat négatif de l'expérience de Michelson, a été présentée par Einstein comme simple apparence réciproque provenant de la considération du temps local.

Depuis, on s'est généralement rangé à cette manière de voir et l'on était fortifié dans cette opinion par le fait difficilement acceptable, semblait-il, que la contraction affecterait identiquement tous les corps de quelque nature qu'ils soient.

Or nous allons voir que cette universalité d'action attribuée aux translations uniformes non seulement ne prouve rien contre la contraction de Lorentz, mais encore constitue un argument en faveur de sa réalité.

Remarquons tout d'abord que notre répugnance à admettre l'identité des effets du mouvement sur tous les corps n'est pas fondée : nous avons l'exemple de la pesanteur, dont l'intensité est indépendante du corps considéré, et à priori rien ne prouve qu'il n'en soit pas ainsi pour les effets mécaniques du mouvement.

Bien mieux, nous pouvons le démontrer rigoureusement, car les deux ordres de faits sont connexes.

En effet, la généralisation des postulats de la relativité restreinte oblige à admettre que, si une translation uniforme comporte une contraction longitudinale, un mouvement varié entraînera une déformation analogue, mais plus compliquée : en général, la contraction sera remplacée par une distorsion. Mais, de par le principe d'équivalence, tout effet mécanique ou physique attribué au mouvement varié peut être causé par un champ de gravitation convenable.

Or, en ce qui concerne la gravitation, la déformation des corps soumis à son influence est parfaitement effective et ne peut plus être niée. La célèbre formule d'Einstein-Schwarzschild implique qu'une échelle de mesure disposée radialement vers le Soleil se raccourcisse à mesure qu'on s'approche de celui-ci, et la rotation du périhélie de Mercure, ainsi que la déviation des rayons lumineux rasant le Soleil, ont vérifié cette conséquence et l'ont rendue hors de contestation.

Remontons maintenant la chaîne de la relativité générale.

Si la contraction radiale des règles matérielles près les concentrations de matière comme le Soleil est réelle et indépendante du corps choisi, on doit poser de même, en vertu du principe d'équivalence, qu'il en est ainsi pour les déformations dues à un mouvement accéléré.

Ces déformations se réduisant à une contraction uniforme dans le cas particulier d'une translation, il faut en conclure que la contraction de Lorentz est, elle aussi, bien réelle.

D'un point de vue expérimental maintenant, rappelons que l'étude précise des variations de masse de l'électron avec la vitesse[1] a montré le bien fondé des formules de Lorentz qui admettent cette contraction, et l'on sait qu'en ce qui concerne tout au moins l'électron sa contraction se présente comme une conséquence naturelle de l'existence des forces de cohésion de Poincaré.

Mais, arrivé là, c'est tout le problème de l'éther qui se pose et reparaît. Nous n'en dirons par conséquent pas plus, l'essentiel étant d'avoir montré la réalité de la contraction lorentzienne et du même coup l'objectivité des autres phénomènes compensateurs (ralentissement des mouvements internes) qui empêchent un observateur en translation uniforme de déceler son mouvement par rapport à l'éther.

Maurice Sauger.

1. Voir en particulier la note récente de M. A. Boutaric sur ce sujet dans la *Revue gén. des Sciences* du 28 février 1922, p. 98.

§ 3. — Chimie physique

La fluorescence de la cellulose et de ses dérivés. — M. J. Lewis vient de signaler à la Section de Manchester de la « Society of Dyers and Colourists » les observations suivantes qu'il a faites sur ce sujet.

Quand un spectre ultra-violet de longueur d'onde 3.300 à 2.100 (invisible à l'œil nu) est projeté sur une feuille de papier ou un morceau de tissu de coton blanchi, il se « dégrade » ; autrement dit, les rayons ultra-violets sont convertis en rayons visibles, qui peuvent être photographiés au moyen d'une chambre noire ordinaire.

Dans les mêmes conditions, les divers papiers et tissus examinés donnent des images photographiques d'intensité variable, suivant leur composition et leur mode de fabrication. En acétylant la cellulose, on augmente considérablement sa fluorescence ; la nitration la diminue, au contraire, jusqu'à la faire presque disparaître.

Les divers traitements auxquels les tissus de coton sont soumis pour le blanchiment, ainsi que le degré de battage de la pulpe dans le papier, trouvent leur expression dans les images photographiques ; aussi l'auteur espère pouvoir appliquer cette méthode à l'examen des produits industriels.

§ 4. — Agronomie

La culture du cotonnier en Afrique occidentale et les irrigations du Niger[1]. — Le Niger et son affluent principal, le Bani, forment avant leur jonction un véritable delta, aux bras multiples réunissant les thalwegs principaux ou cheminant vers une immense région lacustre qui est leur exutoire commun et dont le lac Débo n'est que la cuvette principale. Cette région lacustre mesure en longueur 300 kilom., et en largeur près de 200 kilom., elle finit aux abords de Tombouctou.

Comme la plupart des fleuves tropicaux, placés sous le régime des moussons, le Niger a, dans son cours supérieur et moyen, une grande crue annuelle qui commence quelques semaines après le début de l'hivernage, et qui provoque, dans les régions deltaïques et lacustre de son cours moyen, de vastes inondations. Toute cette région forme un vaste bassin qui se remplit tant que le Niger et le Bani lui apportent de l'eau et se vide ensuite graduellement, autant par évaporation et infiltration que par ses émissions dans le Niger inférieur.

Aussi favorisé par la nature que l'Egypte et la Mésopotamie, le Soudan nigérien est resté, à l'inverse de ces contrées, jusqu'ici inorganisé. On n'y connaît aucune trace d'ouvrages d'hydraulique agricole. Et cependant, les possibilités d'irrigation sont immenses ; le delta nigérien y est aussi propice que ceux du Nil ou du fleuve Rouge. On estime au moins à deux millions d'hectares la superficie des terrains alluvionnaires susceptibles d'être irrigués. Le projet établi par M. l'ingénieur Bélime comporte trois systèmes d'arrosage : 1) le canal de Ségou, sur la rive droite du fleuve, d'une capacité irrigable de 750.000 ha ; 2) le canal de Nyamina, sur la rive gauche, irriguant 250.000 ha ; 3) le canal de Sansanding, d'une capacité de 300.000 ha.

Le Sénégal a été écarté de ce premier programme d'études parce que l'irrigation par gravitation naturelle n'y est possible que sur de faibles superficies ; il faudrait construire sur le haut fleuve de puissants réservoirs ou avoir recours à des appareils élévatoires.

Le cotonnier est bien déjà cultivé dans tout le Soudan nigérien, mais ne recevant que les pluies locales irrégulières et de courte durée, et malgré de nombreuses tentatives d'amélioration, il donne des produits de qualité inférieure qui ne conviennent pas à nos tissages. Pour obtenir les variétés égyptiennes et américaines, l'irrigation a été reconnue nécessaire, et par une circonstance heureuse, il se trouve que la crue du Niger concorde avec la période de culture cotonnière. Si le Cambodge, l'Afrique du Nord, le Sénégal et quelques autres colonies peuvent nous fournir un certain tonnage de coton brut, seul le Soudan est capable de donner des récoltes suffisantes à l'approvisionnement de l'industrie métropolitaine.

La culture sèche qui ne donne, il est vrai, qu'une qualité inférieure, mais qui correspond à une zone étendue et ne comporte aucun frais d'aménagement, pourrait fournir à notre industrie la matière première d'une branche nouvelle, ces guinées et ces tissus à bon marché, fabriqués dans l'Inde, en Hollande, en Angleterre, et avec lesquels s'habillent toutes nos populations de l'Afrique occidentale.

L'irrigation n'a pas seulement pour effet de mettre à la disposition des végétaux l'eau qui leur est nécessaire, mais aussi de favoriser la nitrification et de solubiliser les matières fertilisantes du sol, comme le silicate de potasse et les phosphates, que la plante ne pourrait utiliser sans cela. C'est d'autant plus important que les terres des vallées nigériennes, de même que la plupart des sols tropicaux, sont relativement pauvres en fertilisants. Leur teneur est pourtant suffisante pour fournir, par un système de culture approprié, des rendements aussi élevés qu'en Egypte. La richesse agricole de ce dernier pays provient, d'ailleurs, pour une large part, du travail de l'homme et du choix judicieux des cultures d'assolement.

Les terrains irrigués devront être réservés aux cultures d'exportation comme le coton, le tabac ou encore le dâ, excellent succédané du jute. La saison pluvieuse du climat soudanais suffit largement pour les plantes alimentaires. M. Bélime, d'accord avec M. Aug. Chevalier, estime, d'autre part, qu'il n'est pas possible de faire de la culture irriguée, petite ou grande, en Afrique occidentale, sans l'intervention de l'Européen. C'est ainsi que l'on a commencé au Turkestan russe. On doit condamner comme utopique tout projet de culture irriguée qui reposerait sur l'exploitation directe du sol par l'indigène ; celui-ci a besoin tout d'abord d'être longuement éduqué. Quant à la main-d'œuvre, elle ne manque pas : le Soudan compte sept millions d'habitants, mais il faudra savoir l'attirer et la conserver, l'amener

1. *Les Irrigations de la vallée du Niger. Mission Bélime.* Publication du Gouvernement général de l'Afrique occidentale française. — *L'Afrique française*, octobre 1921. Renseignements coloniaux et documents, p. 217-232.

à secouer sa nonchalance. C'est possible. L'immense champ cotonnier américain est une création de la main d'œuvre africaine dirigée par l'Européen.

L'éloignement de la côte n'est pas une objection sérieuse. Cet inconvénient de la distance n'a pas empêché l'essor de la culture cotonnière au Turkestan, dont la production d'avant guerre approchait de 200.000 tonnes. Or, si le Soudan est à 1.500 kilom. de Dakar, il y a d'Andidjan, centre de la région cotonnière du Ferghana, à Moscou, 3.709 kilom. qui doivent être parcourus entièrement par chemin de fer.

Le plus gros effort à vaincre, maintenant que le plan d'action est dressé, et qu'il a été reconnu viable, c'est d'en assurer la réalisation, sans attendre qu'un autre plus perfectionné ait vu le jour. Il y a vingt ans que nous étudions la question du coton en Afrique occidentale et que nous en restons aux discussions et aux projets. Il est grand temps d'agir, sous peine d'encourir, de la part d'autres Etats, le reproche d'être de mauvais exploitants.

Pierre Clerget.

§ 5. — Zoologie

L'utilisation des faunes carcinologiques dans l'établissement des divisions bathymétriques de la zone intercotidale. — Un groupe zoologique (les Mollusques) et un groupe botanique (les Algues) ont fourni la quasi-totalité des points de repères biologiques utilisés dans l'étude de la zone intercotidale[1]. Bien d'autres types, cependant, présentent une étroite localisation bathymétrique et sont par là susceptibles de déterminer des *niveaux*, parfois très précis. Dans cette note préliminaire, je voudrais attirer l'attention sur le rôle que pourraient jouer à cet égard les Arthropodes, en particulier les Crustacés[2]. Il y a, parmi eux, certaines formes dont la localisation déjà entrevue devra être précisée, d'autres pour lesquelles elle est encore à découvrir. Nous pouvons cependant citer déjà quelques types qui pourront un jour définir des horizons bionomiques dans la zone des marées[3].

Copépodes : Certains types sont étroitement localisés, en particulier un intéressant Harpacticide, *Tigriopus fulvus* Fisch. L'habitat de ce Copépode m'a paru toujours supérieur à la zone à *Lichina pygmaea* Agardh. Sa limite supérieure est certainement comprise dans la zone subterrestre. Il vit dans des flaques souvent insignifiantes, surchauffées, ou encombrées de matières végétales en putréfaction. Je l'ai même rencontré au sommet de roches jamais recouvertes, dans des cuvettes souillées par les déjections et les repas des Laridés. — Un autre Copépode, *Iliopsyllus coriaceus*, qui vit sédentaire sur les tiges de *Corallina officinalis*, possède un habitat bien délimité. Il est possible que d'autres *Podoplea* adaptés à la vie algique possèdent un habitat très localisé.

Cirripèdes : Il est inutile d'insister sur les conditions de vie d'un certain nombre d'espèces d'Operculés (*Chtamalus*, *Balanus*) qui fournissent des repères relativement précis : il faut bien entendu mettre à part les cas où des circonstances spéciales (abondance des embruns, p. ex.) autorisent des exceptions aux règles de leur distribution[1]. Un Thoracique (*Pollicipes cornucopia* Leach) indique lui aussi un niveau bathymétrique.

Isopodes : Parmi les Péracarides, il existe des espèces à rayon d'action vertical peu étendu. Signalons ici le cloporte maritime bien connu, *Lygia oceanica* L., si abondant aux niveaux supérieurs de la zone littorale. Un petit Flabellifère, *Campecopea hirsuta* Leach, possède aussi un habitat restreint puisqu'on le trouve principalement sous les touffes de *Lichina pygmaea* Agardh. et parfois dans les tests vides de *Balanus balanoïdes*[2].

Il faudrait étudier la localisation possible du genre *Stenosoma* dans les niveaux à *Cystoseira* et à *Corallina*.

Amphipodes : *Talitrus saltator* Mont. et *Orchestia gammarellus* Pall. sont caractéristiques des horizons les plus élevés et s'aventurent fréquemment dans la zone sub-terrestre. Des observations personnelles que nous espérons compléter un jour nous incitent à croire qu'un Laemodipode (*Caprella acutifrons* Latr.) occupe un niveau déterminé.

Décapodes : Un Catométope commun sur nos côtes océaniques (*Pachygrapsus marmoratus* F.) se rencontre toujours dans une situation très élevée : il s'agirait de déterminer avec précision l'étendue des déplacements verticaux qu'il est susceptible de supporter. D'autres Décapodes (*Galathéides*, *Porcellana platycheles* Penn.) pourraient peut-être prendre part à la division de la zone de balancement des marées en horizons carcinologiques. Tout, sur ce point, reste à faire : puissent ces quelques lignes donner aux zoologistes maritimes le désir d'approfondir cette intéressante question.

Th. Monod.

1. Cf. R. Dollfus : Les zones subterrestre et littorales à l'île Tatihou et dans la région de Saint-Vaast-la-Hougue (Manche). *Bull. Mus. Hist. Nat.*, 1914, n° 4, *ubi litt.*

2. Il va sans dire que l'étude des autres divisions du groupe *Acarina*, *Pantopoda*, *Apterygogenea*, certains *Hexapoda* (et leurs larves) fournirait des résultats intéressants.

3. Ces indications ne s'appliquent qu'au faciès rocheux tel qu'il est représenté, par exemple, sur les côtes granulitiques du Finistère. L'établissement de divisions faunistiques, fondées sur les Crustacés, pour le faciès sableux, est plus délicat : il faudrait considérer quelques Gammarides, les Brachyures, quelques Macrures et les Schizopodes. Pour le faciès vaseux des estuaires, on pourrait probablement aussi trouver des types caractéristiques et prendre pour repère la zone à *Corophium volutator* Pall et *Akidognathia halidaii* (Bate and Westwood).

1. Cf. R. Dollfus : *loc. cit.*, p. 7 et 9.

2. Cf. E. Chevreux : *Assoc. Fr. Av. Sc.*, 1884.

LA T.S.F. APPLIQUÉE AUX NAVIRES ET AUX AÉRONEFS

Nous avons, dans un premier article, parlé des émissions par T.S.F. à grandes distances [1] ; nous avons cherché ensuite à montrer tout ce que la technique radiotélégraphique devait à la mise au point des lampes à trois électrodes [2] ; nous nous proposons de jeter un coup d'œil aujourd'hui sur les postes mobiles de T.S.F. et sur les services que la radiotélégraphie est appelée à rendre aux navires et aux aéronefs, soit qu'elle leur assure des communications pour lesquelles rien ne peut la remplacer, soit qu'elle les aide à faire leur route, soit qu'elle leur permette même, par l'intermédiaire de la télémécanique, de faire la route d'un mobile qui leur est subordonné. La télémécanique mise à part, qui naît à peine, la T.S.F. a en effet deux fonctions fondamentales pour le navire comme pour l'avion. Elle lui permet de rester en communication avec le reste du monde, elle l'aide à retrouver son chemin.

Il n'est pas sans intérêt d'exposer ici avec quelques détails où en est, à ce double point de vue, la T.S.F. de navire d'abord, et ensuite, plus récemment mise au point, la T.S.F. à bord des aéronefs.

I. — T.S.F. DE NAVIRES

§ 1. — Installations à bord des navires

La télégraphie sans fil a été longtemps pour les navires un simple moyen de liaison. Dès le jour où la première communication radiotélégraphique eût été réalisée par Marconi, il parut naturel de doter de postes de T.S.F. les navires isolés jusque-là du monde dès qu'ils avaient quitté le port.

Le paquebot, comme le navire de guerre, disposait alors d'un poste à étincelles plus ou moins puissant, alimenté en général par l'électricité fournie par le bord et débitant sur une antenne généralement tendue entre deux mâts. Ce poste unique à étincelles, qui commence maintenant seulement à paraître un peu démodé, permettait au paquebot de rester en communication avec les postes côtiers et de recevoir en pleine mer les nouvelles officielles et les télégrammes privés. C'est lui qui a permis, grâce au signal de détresse que tous doivent répéter et à l'audition duquel toute autre émission doit cesser, de sauver tant de vies humaines qui, sans la T.S.F., n'auraient pu échapper à leur destin. C'est lui encore qui à Tsoushima a rendu de grands services à la marine japonaise, alors que les Russes, par crainte de voir leurs télégrammes renseigner l'ennemi, n'avaient pas employé leur T.S.F.

Les postes à étincelles les plus puissants atteignaient des portées de 1.500 à 2.000 kilomètres entre navires et poste côtiers.

Ce poste à étincelles, qui restera pour un temps la seule émission du cargo, est en train de passer maintenant au second plan et va servir de poste de secours aussi bien pour le paquebot de luxe que pour le grand navire de combat.

C'est que là, comme partout, la T.S.F. a évolué et l'onde entretenue a pris la place de l'onde amortie, moyen d'émission véritablement barbare. On a installé à bord des navires, surtout des navires de guerre, des postes à arcs ; on y installé aussi des postes à lampes. Il est même question d'installer des alternateurs à haute fréquence, qui ont toutefois l'inconvénient de donner des ondes trop longues pour le trafic courant et auxquels il faudra vraisemblablement adjoindre des multiplicateurs de fréquence. Le poste à lampes, qui permet de faire de la téléphonie sans fil d'une façon commode, paraît être le poste qu'emploieront seuls les navires de commerce. Les navires de guerre anglais en ont également, et nous avons dit en tous détails dans un précédent article comment, avec de tels postes alimentés en alternatif, on peut, à l'aide de lampes redresseuses que l'on allume ou éteint à volonté, faire de l'onde entretenue ordinaire, qui ne peut être reçue qu'à l'aide d'une hétérodyne, ou de l'onde coupée, reçue dans les mêmes conditions que l'amortie. Ces postes anglais mettent plusieurs dizaines d'ampères dans l'antenne et ont sur mer des portées de l'ordre de 2.000 kilomètres au moins. Le poste à lampes de paquebot, et il en fut installé de tels sur le *Paris* et le *Lafayette* lors de la conférence de Washington, permet, avons-nous dit, de faire de la téléphonie.

Les postes actuels, qui font de 1.500 à 2.000 kilomètres en télégraphie, ont une portée de plusieurs centaines de kilomètres en téléphonie, ce qui est encore extrêmement intéressant. La téléphonie sans fil à bord est surtout d'un emploi commode et d'un intérêt immédiat pour les passagers quand on l'utilise comme les Américains. Ceux-ci branchent la réception de téléphonie, convenablement amplifiée dans le poste côtier qui est en liaison avec le navire, sur leur réseau général urbain et interurbain, de sorte que tel

1. *Revue gén. des Sciences* du 30 novembre 1921.
2. *Rev. gén. des Sc.* du 30 janvier 1922.

négociant de Chicago qui se trouve en mer à 100 milles de New-York peut, à l'aide de la téléphonie, demander son propre bureau et converser avec les siens sans quitter sa cabine. Toutefois, on se heurtera toujours, si un tel moyen de liaison devait être étendu à tous les navires, à l'impossibilité de faire parler simultanément sans brouillage un grand nombre de personnes par téléphonie sans fil.

Tel va donc se présenter, au point de vue liaisons, le paquebot moderne : il disposera d'un poste à lampes, grâce auquel il fera de la télégraphie quand il sera loin de la côte et de la téléphonie quand ses correspondants seront assez près de lui ; il aura un poste à étincelles de secours, généralement alimenté par un groupe électrogène indépendant, et qui lui permettra, quel que soit l'accident qui arrive au navire ou au poste à ondes entretenues, d'appeler au secours ou simplement d'assurer des communications provisoires avec la côte ou les navires qu'il rencontrera. Ce poste à étincelles lui permettra aussi d'être entendu des nombreux postes de bord qui n'ont pas encore le matériel nécessaire pour recevoir les ondes entretenues. Il peut à ce point de vue être remplacé, nous l'avons vu plus haut, par une émission d'ondes entretenues interrompues, émission que l'on obtient très simplement en alimentant les plaques du poste normal à ondes entretenues par de l'alternatif au lieu de continu.

Comment sont montés maintenant en T.S.F., au point de vue des transmissions dont nous nous occupons d'abord, le grand navire de combat, le sous-marin?

Sans entrer dans des détails qui doivent rester secrets, nous pouvons dire qu'un grand navire de guerre doit comporter au moins cinq ou six émissions, non compris les émissions de secours, indépendantes des machines du navire, et autant de réceptions pour assurer sa liaison avec les innombrables correspondants qui peuvent avoir à lui parler simultanément. L'installation radiotélégraphique d'un tel navire, qui se présentait avant la guerre aussi simplement que celle d'un bateau de commerce, devient un problème d'une complexité presque inextricable, étant donnés la faible distance qui sépare nécessairement toutes ces émissions qui peuvent être simultanées et les locaux exigus dont on dispose à bord.

Le sous-marin en surface aura un poste émetteur semblable à celui de tout autre navire. En plongée, il ne fera généralement que recevoir à l'aide d'un dispositif qui a été mis au point en France par M. de Broglie et qui consiste essentiellement en un cadre récepteur placé dans la coupée du sous-marin et dont les deux extrémités sont fermées sur un amplificateur puissant. On a constaté que seules les ondes longues étaient bien reçues par les sous-marins en plongée, les ondes courtes étant absorbées par la mer. C'est pourquoi il semble indiqué de transmettre aux sous-marins par des alternateurs haute fréquence installés à bord des grands navires et munis, comme nous l'avons dit, de multiplicateurs de fréquence pour les liaisons courantes, l'alternateur donnant son onde normale beaucoup plus longue pour les liaisons avec les sous-marins.

On a cherché à faire de l'émission en plongée soit sur cadre, soit sur antenne flottante, mais sans grand succès jusqu'ici. Les Américains cependant prétendent avoir fait des portées de quelques milles en émettant dans un cadre très spécial, dont le sous-marin lui-même forme l'un des côtés. Ce cadre est constitué par deux fils très fortement isolés soudés à l'avant et à l'arrière du sous-marin, tenus écartés de sa masse par de petits mâtereaux et venant se fermer dans l'intérieur du navire sur l'appareil émetteur. Ce même cadre peut naturellement servir aussi à la réception.

Pour les communications rapprochées entre navires d'une même escadre, la marine a essayé un dispositif spécial, identique dans son principe à la télégraphie par le sol qui a rendu tant de services aux éléments avancés des armées et que l'on appelle la T.P.M. (télégraphie par la mer). Ce dispositif consiste essentiellement à faire parcourir un câble mis à la mer à chaque bout par du courant variable fourni par un alternateur. Un dispositif récepteur, formé par deux plaques immergées analogues à celles de l'émission et reliées par 2 câbles isolés à un amplificateur basse fréquence, reçoit par induction et aussi par conduction les signaux Morse que l'on manipule à l'émission, et l'on réussit ainsi, en employant d'ailleurs une énergie très notable (plusieurs ampères dans le câble émetteur), à obtenir des portées de 2 à 3 kilomètres et à échanger entre navires proches des signaux perceptibles dans la brume et qui ont l'avantage précieux de ne pas brouiller les réceptions T.S.F.

Telle se présente donc la liaison pour les navires. Des postes à ondes entretenues pour le service normal permettant la téléphonie, des postes à étincelles de secours qui doivent encore marcher même quand les machines du navire sont en panne. Rien par conséquent d'essentiellement différent du montage originel, si ce n'est que les portées sont plus grandes et que, pour les navires de guerre tout au moins, les postes se sont considérablement multipliés.

§ 2. — Services rendus par la T.S.F. à bord des navires

Voyons maintenant ce que la T.S.F. a pu réaliser pour faciliter la marche des navires. Là, nous trouvons des principes nouveaux et des progrès véritablement frappants.

La T.S.F. permet au navire de faire avec précision son point en haute mer; elle l'aide, à l'approche des côtes, à faire sa route à l'aide des phares hertziens dont la portée dépasse généralement celle des phares lumineux et qui peuvent être utilisés par tous les temps. Enfin, des procédés basés sur l'induction électrique et voisins par conséquent de la T.S.F. permettent au navire qui rentre au port de se piloter soi-même et de suivre sans erreur un chenal inconnu.

1. *Le point.* — Pour faire le point avec précision à l'aide de la T.S.F., il suffit d'écouter les signaux horaires émis par les postes puissants de tous les pays et dont nous avons parlé dans notre premier article. L'envoi de l'heure par la T.S.F. à grande portée a été mis au point en France vers 1909 par le Général Ferrié et MM. Claude et Driencourt. Le dispositif a été généralisé à tous les pays possédant des postes puissants, et un Bureau international de l'Heure a été créé dont le Président est M. Bigourdan et qui prend toutes décisions utiles pour l'émission de ces signaux horaires qui est devenue un service d'intérêt mondial. La réception de ces tops horaires, qui se fait facilement avec une précision de l'ordre de 1/4 de seconde de temps, précision qui correspond à une centaine de mètres tout au plus comme erreur possible sur la longitude, permet au navire de contrôler ses chronomètres et lui assure une excellente détermination de la longitude. Le développement même de ces émissions est la preuve des excellents services qu'elles rendent à la navigation, services évidents sur lesquels il n'est pas besoin d'insister davantage.

2. *Route au voisinage des côtes.* — La possibilité pratique pour les navires de faire leur route au voisinage des côtes à l'aide de phares hertziens ou plus généralement à l'aide de la goniométrie est plus récente et date en fait de la guerre. Le principe même de la goniométrie, nous en avons précédemment parlé, est bien antérieur à 1914 et avait été indiqué par M. Blondel vers 1902. Des postes goniométriques à 2 cadres avaient été installés, notamment à Boulogne, par MM. Bellini et Tosi plusieurs années avant la guerre et donnaient de bons résultats, mais les relèvements par goniométrie ne devaient devenir réellement pratiques que le jour où, grâce au progrès de la réception et à l'emploi d'amplificateurs puissants, on réussit à faire usage, avec une portée intéressante, de goniomètres à un seul cadre mobile, orientable sur le poste émetteur.

A partir de ce moment, la détermination de la position du navire à l'aide de la goniométrie pouvait se faire de deux façons. Ou bien on transmettait à terre (c'est le véritable phare hertzien), et le navire, à l'aide d'un cadre tournant placé à bord, se relevait lui-même sur le poste émetteur dont il connaissait la nature des émissions et l'emplacement sur la carte. Il lui suffisait de pouvoir entendre, simultanément, deux phares hertziens pour déterminer sa position d'une façon suffisamment exacte. S'il pouvait en entendre trois, il avait une vérification précieuse. Ce procédé donne lieu à deux erreurs qu'il est heureusement fort possible de corriger: erreurs dans l'angle lu à bord, due, surtout pour les navires de guerre, aux masses métalliques et aux antennes qui peuvent exister à proximité du cadre radiogoniométrique; erreur de route, due au fait que le navire, se relevant successivement sur différents phares hertziens, a fait du chemin entre deux relèvements et reporte des angles qui ne correspondent pas pour lui à une même position. Ces erreurs peuvent se corriger sans grande difficulté et on admet que la goniométrie donne pour chaque relèvement une erreur qui ne dépasse pas 2°.

Un second procédé consiste à faire transmettre le navire, et cette façon de faire a l'air de sembler préférable à la marine de guerre. Des postes de réception goniométriques à un ou deux cadres, installés à terre en des points connus du navire, déterminent très soigneusement l'angle de la droite qui les joint au navire avec une direction fixe, par exemple le nord magnétique. Ils envoient ensuite cet angle, qui correspond à une position bien déterminée du navire, par T.S.F., à celui-ci et le navire n'a plus qu'à reporter les droites correspondantes sur la carte pour déterminer avec précision le point d'où il avait émis. Il est certain que, si les postes à terre sont installés avec soin et disposent d'un personnel d'élite, ce qui est toujours réalisable, les mesures paraissent devoir être plus précises que les précédentes et ne sont entachées d'aucune erreur importante à corriger. Mais il est certain aussi, et il semble que ce soit en général l'opinion de la marine de commerce, qu'un capitaine aura toujours plus confiance dans les mesures goniométriques qui seront faites à son bord par un personnel qu'il connaît qu'en des mesures qui lui arrivent de terre et sur lesquelles il n'a aucun

contrôle. Quoi qu'il en soit, les deux procédés sont actuellement employés, et l'un et l'autre donnent de très bon résultats.

Un 3e dispositif destiné à assurer une relève goniométrique a été employé par les Allemands pendant la guerre et mérite d'être signalé, surtout à cause de sa discrétion et sa facilité d'emploi pour les postes récepteurs qui veulent en faire usage. Ce procédé consiste à faire usage d'une émission tournante, dont l'installation d'ailleurs n'est certainement pas simple. Supposons installées par exemple 60 antennes dirigées, rayonnant autour d'un même point central (décalées de 6° l'une par rapport à l'autre) et composées chacune d'une partie verticale, sur laquelle induira une bobine tournante reliée à un poste émetteur, et d'une partie horizontale (fil unique ou nappe) ayant une direction privilégiée de rayonnement comme l'on sait (direction opposée à celle du fil ou de la nappe horizontale). Une de ces antennes est dirigée exactement vers le nord. La bobine tournante qui induit successivement ces antennes est animée d'un mouvement très régulier et fait, par exemple, un tour par minute. Au moment où elle induit l'antenne dirigée vers le nord, le poste émetteur dont elle fait partie envoie automatiquement un signal spécial dans l'espace. On voit maintenant très simplement comment se relever à l'aide d'un tel dispositif. Il suffit de disposer d'un poste récepteur *ordinaire* et d'un chronographe. Supposons que la bobine tournante effectue son mouvement dans le sens des aiguilles d'une montre; quand cette bobine induira l'antenne dont la direction prolongée passe par le poste récepteur qui cherche à se relever sur l'émission tournante, ce poste recevra au maximum et, d'une façon générale, tout poste récepteur entendra cette émission spéciale avec une intensité passant par des maxima et des minima très nets. Quand notre poste récepteur entendra le signal indiquant que c'est l'antenne pointée vers le nord qui est induite, il mettra en route son chronographe et l'arrêtera quand il recevra au maximum (il peut naturellement faire l'opération à plusieurs reprises et prendre une moyenne de ses observations). S'il s'est écoulé 10 secondes entre les deux observations, l'antenne dirigée vers lui ou qui est la plus voisine de la droite dirigée vers lui fait avec le nord l'angle 360°/6 (puisque le tour complet se fait en 60 secondes), soit 30°. On a ainsi la direction du poste récepteur par rapport à l'émission, avec une approximation de l'ordre de la moitié de la distance angulaire des deux antennes émettrices consécutives, soit 3° dans le cas présent. Un deuxième poste à émission tournante permettra de trouver un deuxième lieu pour le poste récepteur, et par conséquent sa position sera déterminée en tenant compte toujours de l'erreur de route.

Nous terminerons cet exposé sur l'application de la radiogoniométrie à la navigation par l'indication d'un dispositif très simple dû à MM. Driencourt et Marti, ingénieurs hydrographes, et qui permet à un navire de déterminer son emplacement à l'aide d'un *seul poste goniométrique* installé à terre. Le principe est le suivant ; le navire, à l'aide d'un dispositif automatique, fait partir un pétard sous l'eau et émet simultanément un signal par T. S. F. Ce dernier signal, étant donnée la faible distance du navire à la côte par rapport à la vitesse de la lumière, est instantanément reçu par un poste à cadre qui détermine ainsi en même temps l'azimut du navire et l'instant où la détonation a eu lieu. Cet instant est enregistré à l'aide d'un dispositif dans le détail duquel nous n'entrerons pas. On enregistre aussi l'instant où le bruit de la détonation arrive au poste côtier. Connaissant la vitesse du son dans l'eau, on a donc un lieu sur lequel le navire doit se trouver et qui est le cercle décrit avec le poste côtier comme centre et le chemin parcouru par le son (distance du navire) comme rayon. Ce cercle coupe l'azimut déterminé par le radiogoniomètre au point demandé.

3. *Pilotage dans un chenal.* — Le navire a donc pu jusqu'ici faire, grâce à la T. S. F., son point en haute mer ; il s'est relevé, dès qu'il est arrivé à portée, sur les phares hertziens de la côte, tournants ou fixes, ou s'est fait envoyer sa position par les postes goniométriques installés à terre. Comment la T. S. F. ou plutôt les phénomènes d'induction vont-ils le conduire sans pilote jusqu'au port même.

Plusieurs dispositifs ont été imaginés pour faire franchir un chenal au navire sans pilote à bord. Nous en citerons deux : le câble Loth et la télégraphie par l'air.

Le câble Loth est un câble immergé dans l'axe du chenal que le navire doit traverser et qui est parcouru par du courant alternatif à fréquence musicale. Le navire est muni d'un cadre fermé sur un dispositif de réception et dans lequel ce câble induit. Tant que le navire est à l'aplomb du câble, l'induction est intense; si le navire sort de sa route, cette induction s'affaiblit immédiatement, et le navire n'a qu'à virer pour retrouver l'induction maxima et sa route en même temps.

La télégraphie par l'air permet à un navire

piloté de suivre un navire pilote sans le voir, ce qui peut être précieux en temps de brume. Le navire pilote fait parcourir un cadre par du courant alternatif de fréquence musicale (1.000 périodes par exemple); le navire qui suit a un double cadre de réception incliné symétriquement par rapport à la ligne de foi du navire. Si le navire piloté marche bien dans la direction du navire qui le précède, les deux cadres de réception sont également inclinés par rapport à la droite qui les joint au cadre émetteur; ils doivent recevoir avec une intensité égale. Un commutateur permet de fermer l'un ou l'autre cadre non seulement sur des appareils de réception, mais sur un appareil qui mesure l'intensité du courant récepteur. Si l'on constate que l'un des cadres récepteurs a une réception plus intense que l'autre, c'est que le navire est sorti de sa route, et il suffit de virer du côté du cadre qui a la réception la plus forte. Si l'émission du pilote est bien régulière, ce qu'on a réussi à réaliser d'une façon suffisante, on conçoit que la mesure du courant de réception, recueilli à la sortie de l'amplificateur sur lequel on ferme les cadres récepteurs et redressé par une galène, puisse indiquer, et on a vérifié que la précision était suffisante, la distance même des deux navires.

Ainsi, position en haute mer, route précise près des côtes, entrée au port, la T. S. F. ou les phénomènes d'induction aideront le navire à naviguer convenablement en toutes circonstances.

Nous avons dit dans un précédent article que par T. S. F. également on a déjà réussi à faire manœuvrer de loin et sans personne à bord soit un navire comme ont fait les Américains, soit une vedette comme on l'a réalisé en France en rade de Toulon. Des résultats analogues ont été obtenus par l'avion comme nous le dirons plus loin. Il est intéressant de noter ici que la T. S. F. ne permet pas seulement au navire de rester en liaison avec la terre et les autres navires et de faire sa route depuis la haute mer jusqu'au port, elle lui permet encore de faire marcher un mécanisme subordonné qui a été jusqu'ici un autre navire, qui pourra peut-être bientôt être une torpille ou tout autre mécanisme sur lequel il y aurait intérêt à avoir une action à distance.

II. — T. S. F. A BORD DES AÉRONEFS

Que va maintenant demander à la T. S. F. cet autre navire qui s'appelle l'avion ou plus généralement l'aéronef. Exactement la même chose : un moyen de liaison, qui sera le seul dont le navire volant disposera pour se relier au monde extérieur, une aide efficace pour retrouver sa route, exceptionnellement la possibilité d'agir à distance sur un autre mobile à l'aide de la télémécanique.

Tout cela s'est surtout mis au point pendant la guerre et il ne sera pas inutile, avant de considérer les besoins de l'avion commercial et la façon dont il y a été répondu, de faire un court historique de la T. S. F. appliquée à l'aéronautique avant et pendant la guerre.

§ 1. — Historique

La T. S. F. a d'abord été installée à bord d'un dirigeable et les premiers essais datent de 1909 et 1910. Le général Ferrié, alors commandant, fit en compagnie du capitaine Karcher de nombreux vols et l'on mit au point un appareil pas très différent dans son principe des postes militaires automobiles que l'on créait à la même époque. C'était un poste à étincelles d'environ 2 kilowatts, dont l'alternateur était actionné par un des moteurs de l'aéronef, dont l'étincelle éclatait dans une enceinte entourée de toile métallique pour conjurer tout risque d'incendie et dont l'antenne était constituée, comme plus tard pour les avions, par un fil enroulé au repos sur un rouet en matière isolante et déroulé pour la transmission à travers un tube en ébonite qui lui permettait d'être isolé de la masse du dirigeable, utilisé comme contrepoids électrique et jouant le rôle de la terre dans un poste fixe ordinaire. Ce fil, dont on déroulait une centaine de mètres, était tendu par un poids et flottait ainsi derrière le ballon. Aux manœuvres de 1910, des dirigeables restèrent ainsi en liaison avec la Tour Eiffel sur des distances atteignant 500 kilomètres. Le problème de la liaison des aéronefs au sol semblait résolu. Vint alors l'avion, dont on envisagea sérieusement l'emploi pour des fins militaires vers 1910.

On chercha avant la guerre à le munir, dans les mêmes conditions que le dirigeable, d'un poste ayant de la portée. On y parvint. On fit en 1913 la liaison Chartres-Villacoublay, l'avion étant muni d'une antenne flottante et d'un poste analogue à celui du dirigeable (à alternateur, entraîné par le moteur de l'avion), la réception ayant lieu sur une antenne en parapluie supportée par un mât métallique démontable de 24 mètres, et sans amplificateurs, ces derniers ne devant apparaître que fin 1915.

§ 2. — La T. S. F. à bord des aéronefs de guerre

Dès que la guerre éclata, de nombreux problèmes se posèrent en ce qui concerne la T. S. F.

d'avions, qui tous furent victorieusement résolus, grâce, il faut le dire, aux beaux travaux des techniciens de la radiotélégraphie militaire. Nous allons les énumérer dans l'ordre chronologique.

Ce furent d'abord les artilleurs qui demandèrent à régler leur tir à l'aide d'avions munis de T. S. F. Il fallait donc prévoir des appareils légers et de faible portée (8 à 10 km. tout au plus). On disposa d'abord sur l'avion des appareils fort simples, actionnés par accumulateurs et se composant d'une bobine d'induction dont les deux extrémités du secondaire étaient reliées, d'une part à un éclateur, et d'autre part à l'antenne flottante que nous avons décrite et à la masse métallique de l'avion formant contrepoids électrique. On remplaça ensuite ce premier type de matériel par des alternateurs montés, soit en excitation directe, l'antenne et la masse étant branchées aux deux extrémités du secondaire d'un transformateur élévateur de tension dont le primaire était relié aux bornes de l'alternateur, un manipulateur placé dans ce circuit primaire permettant l'envoi de signaux Morse, — soit en excitation indirecte, l'antenne étant induite par une bobine qui fait partie d'un circuit oscillant dans lequel débite l'alternateur. Ces alternateurs étaient entraînés par une hélice que le déplacement de l'avion faisait tourner, hélice simple en bois, d'abord, et réglée pour une vitesse déterminée (vitesse théorique de l'avion sur lequel l'alternateur était monté), hélice automatiquement réglable ensuite de sorte que l'alternateur tournait à son régime quelle que fût la vitesse effective de l'avion, souvent bien inférieure à la vitesse théorique.

Tout à fait à la fin de la guerre, on étudia un entraînement de l'alternateur par le moteur de l'avion, et il semble que la tendance actuelle soit d'entraîner par ce moteur une dynamo continu à bas voltage d'assez grande puissance, dynamo qui fournirait toute l'énergie électrique nécessaire à bord et ferait tourner en particulier un groupe convertisseur donnant le courant alternatif nécessaire à la T. S. F. Il est à noter, et nous reviendrons sur ce point important, que le montage de la T. S. F. à bord d'avion a toujours été compris de telle manière qu'en cas de panne de l'avion, la T. S. F. est muette, ce qui n'était pas très gênant pour des avions militaires, mais n'est pas sans inconvénient pour les avions commerciaux dont nous aurons à parler plus loin.

Quand le poste de T. S. F. à faible puissance nécessaire aux artilleurs fut complètement au point (postes uniquement émetteurs), on chercha tout d'abord à installer la réception à bord. Le problème, avant la guerre, paraissait insoluble, à cause de la trépidation et des bruits intenses de l'aviation en vol. La mise au point des lampes et des amplificateurs permet de tourner la difficulté, et un récepteur à 4 lampes, dont 3 amplificatrices et une détectrice, fut mis au point et donné aux avions. Un simple commutateur bipolaire à 2 directions permettait de brancher antenne et masse soit sur le dispositif émetteur, soit sur le récepteur à bord.

Survinrent alors les canons à très gros calibres dont les réglages se faisaient à 30 et 40 km. de la pièce. Il fallut doter les avions correspondants de postes puissants et ne gênant pas les antennes de l'artillerie de petit et moyen calibres, au-dessus desquelles ces avions pouvaient être amenés à émettre. L'onde entretenue permit de résoudre simplement ce problème, et des postes à lampes, à la fois émetteurs et récepteurs et analogues à ceux dont nous avons parlé dans notre précédent article, furent donnés aux avions (à la grande stupéfaction de nos ennemis dont nous pûmes constater l'étonnement dans des pièces prises sur des prisonniers) et aux groupes d'artillerie lourde puissante qui se faisaient régler par eux. C'est notamment grâce à ce matériel à ondes entretenues que l'on put efficacement contrebattre la pièce qui bombardait Paris en 1918.

Les avions de réglage de tir et d'observation étant ainsi dotés, qui de postes à étincelles avec ou sans récepteur à bord, qui de postes à ondes entretenues d'une portée plus grande, il fallut penser aux avions de bombardement et de combat.

Dans leurs randonnées à longue distance et par escadres constituées, ces avions pouvaient avoir besoin d'un poste puissant pour communiquer d'un peu loin avec la terre, d'un poste de moindre puissance pour les liaisons intérieures de l'escadre, enfin d'un dispositif, et c'est ici qu'apparaît le deuxième rôle de la T. S. F. pour l'aviation, les aidant à retrouver leur route dans la brume.

Le poste puissant pour communiquer de loin avec la terre fut donné sous forme d'un alternateur de 500 watts, semblable dans son principe au petit alternateur de réglage d'artillerie, entraîné comme lui par hélice et faisant des portées allant de 100 à 300 km. et même davantage, suivant qu'on l'écoutait sans amplificateurs ou avec les amplificateurs les plus perfectionnés.

Le poste pour les liaisons intérieures de l'escadre fut un poste de téléphonie sans fil assez analogue au poste à ondes entretenues destiné

aux réglages des gros canons et comprenant comme lui 3 lampes émettrices et 3 lampes réceptrices. Tous ces postes à lampes installé ssur avion avaient les filaments des lampes chauffés par accumulateurs ; d'autres accumulateurs donnaient la tension de plaque nécessaire à la réception. La tension plus grande des plaques émettrices était généralement fournie par une petite dynamo spéciale actionnée, elle aussi, par hélice. Le poste de téléphonie prévu pour les escadres de bombardiers ou de chasseurs a fait une portée de l'ordre de plusieurs kilomètres entre avions et a été entendu à terre à plus de 30 kilomètres. La portée d'une émission faite de l'avion à la terre ou d'avion à avion dépend naturellement des positions relatives des avions, soit entre eux, soit par rapport au poste à terre. L'antenne d'avion a en effet un pouvoir directif très net. Les portées que nous donnons ci-dessus correspondent aux conditions les plus défavorables.

Avant de passer maintenant au dispositif adopté pour aider les avions à retrouver leur route, nous dirons un mot sur un problème que posaient les aviateurs de chasse. Ceux-ci, toujours soucieux de la liberté de leurs mouvements, n'avaient jamais beaucoup apprécié l'antenne flottante qui, une fois déroulée, s'opposait à toute acrobatie. Ils demandèrent donc une émission sur antenne fixe ou sur cadre. Le problème a paru longtemps insoluble, l'antenne fixe, nécessairement très rapprochée de la masse de l'avion, ou le cadre rayonnaient très mal et ne donnaient aucune portée. Des études récentes, dues au Professeur d'hydrographie Mesny, ont montré qu'en employant des ondes très courtes, notablement inférieures à 100 mètres, on avait des portées intéressantes, en émettant sur une petite antenne fixe tendue à un mètre au plus de l'avion, entre la queue et l'extrémité des plans supérieurs. Des appareils spéciaux allant avec cette antenne ont été réalisés et les chasseurs auront probablement bientôt toute satisfaction.

Restait alors à aider les aviateurs à retrouver leur route. Restait à faire de la goniométrie à bord d'aéronefs. Nous avons vu qu'en dehors de l'émission tournante qui peut servit à se relever à bord d'avion comme partout ailleurs, mais dont l'installation à terre n'est pas simple, il y a deux moyens pour un mobile de faire sa route à l'aide de la T. S. F. Ou le mobile peut émettre, et des postes goniométriques, à terre, lui passer son point, ou il reçoit au contraire à bord l'émission des phares hertziens. Le premier procédé est dangereux en temps de guerre pour les dirigeables qui se sont ainsi fait repérer et contrebattre efficacement, ceci s'appliquant surtout aux « Zeppelins » qui employaient ce moyen de faire leur route et dont la marche était ainsi suivie et contre-carrée, quand elle ne se terminait pas par la descente brusque de l'aéronef, véritable victoire radio-goniométrique. Il n'est pas très pratique pour l'avion, dont la marche rapide fait que le point que les postes à terre mettent quelques minutes à lui donner n'est déjà plus qu'une approximation très éloignée de sa position actuelle.

On tendra donc de plus en plus, et cela fut, effectivement, la solution adoptée à la fin de la guerre, à faire parler des postes à terre et à se relever sur eux. Mais, là encore, deux procédés. Le premier est un peu grossier et a donné néanmoins de bons résultats. Il consiste à tendre, entre les plans et les montants de l'avion, un cadre fixe dont les extrémités se ferment sur des appareils récepteurs disposés dans la carlingue. L'avion se dirige-t-il correctement sur le poste émetteur qui lui sert de point de direction, son cadre perpendiculaire à sa direction de marche lui donne une réception faible ou même nulle (il est prudent, dans ce cas, de munir l'avion d'un deuxième cadre perpendiculaire au premier qui sert uniquement à vérifier que le phare hertzien continue bien à émettre. Un commutateur ferme l'un ou l'autre cadre sur les appareils de réception). Si, au contraire, l'avion dévie de sa route, son cadre se met immédiatement dans une direction où la réception du phare hertzien devient plus forte et le pilote, averti par l'observateur, ou qui écoute lui-même, n'a qu'à virer pour retrouver sa réception minima de tout à l'heure. De cette façon, par une sorte de courbe du chien qui suit son maître, l'avion marche sur le phare hertzien et fait ainsi sa route avec une approximation suffisante. Ceci n'est pas resté dans le domaine de la théorie. Des expériences concluantes ont été faites à plusieurs reprises par des avions qui se sont ainsi dirigés exactement soit sur la Tour Eiffel, soit sur le poste allemand de Nauen.

Veut-on, au contraire, faire des relèvements précis, on munit l'avion d'un cadre tournant comme en ont les postes goniométriques à terre. L'observateur dirigera le cadre sur le phare hertzien qu'il entend (ces phares sont d'ailleurs des postes quelconques dont il lui suffit de connaître les heures et les caractéristiques d'émission et l'emplacement). Quand il a ainsi obtenu la réception maxima ou minima, il lui suffit de comparer la direction du cadre avec celle de la boussole pour connaître l'angle que fait avec le nord la droite qui joint l'avion au poste émetteur sur lequel il se relève. Cette méthode est entachée de plusieurs causes d'erreur dont deux

au moins sont faciles à corriger. La première est l'erreur de route qui fait que l'avion, pour reporter son emplacement sur la carte, a besoin de se relever sur plusieurs postes émetteurs et est obligé à le faire successivement; elle est facile à corriger, nous l'avons dit plus haut. La deuxième est l'erreur due aux masses métalliques de l'avion, qui faussent les indications du radiogoniomètre. Mais ces erreurs peuvent être relevées une fois pour toutes et à terre ; elles sont donc faciles à corriger. La troisième erreur est plus grave. Elle tient à ce que la boussole, à cause des mouvements brusques de l'avion, ne marque pas toujours la direction instantanée exacte qu'il faudrait, mais là encore, de grands progrès ont été réalisés et on touche presque à la boussole sans inertie. Enfin, on a constaté depuis déjà longtemps, et on a vérifié que cette constatation faite à terre s'appliquait aux mesures faites à bord, que l'azimut d'un poste émetteur relié au radiogoniomètre pouvait ne pas être toujours le même, des variations importantes et indépendantes des appareils de mesure ayant lieu, notamment au lever et au coucher du soleil. Il faudra donc se méfier des mesures faites à ce moment-là et éviter de se relever aux heures défavorables. Malgré toutes ces causes d'erreur, la goniométrie à bord d'avion avec cadre mobile permet à présent de faire des relèvements à quelques degrés près et il semble que, le jour où l'on installera le radiogoniométriste aérien dans une cabine confortable, il aura d'aussi bons résultats que son confrère en bateau.

C'est pendant la guerre, enfin, et nous terminerons par là ce rapide exposé des différentes étapes parcourues de 1914 à 1918 par la T. S. F. aérienne, que l'on a fait d'intéressants essais de télémécanique, tant sur avion que sur vedette. On a réussi, à Etampes, à faire manœuvrer un avion sans pilote et sur un parcours atteignant 50 km. à l'aide d'émissions de T. S. F. faites, soit à bord d'un autre avion, soit par un poste à terre. Les perspectives d'avenir de la télémécanique semblent très intéressantes. Le dispositif n'est plus un montage de laboratoire et l'on entre en pleine période de réalisation.

Si nous résumons tout ce que nous venons de dire, nous voyons que l'aviation de guerre a réussi, au point de vue liaison, à faire en ondes amorties des portées allant de 10 à 300 kilomètres ; elle a fait de la téléphonie, à petite distance il est vrai, mais c'est ainsi que le problème était posé, les aviateurs ne désirant pas être entendus et repérés de trop loin. Elle a fait de la goniométrie, elle a fait enfin de la télémécanique. Qu'allons-nous maintenant trouver sur l'avion commercial d'aujourd'hui, qui dérive directement de l'avion militaire ?

§3. — La T.S.F. à bord des avions commerciaux

Nous y trouverons un poste à ondes entretenues qui fera généralement de la téléphonie sans fil ; nous y trouverons un cadre goniométrique ; nous y trouverons encore, seule nouveauté, un poste de secours pouvant marcher encore quand l'avion est en panne. Comme aménagement à terre complémentaire de la T.S.F. nous aurons un réseau reliant entre eux les aéroports et les terrains d'atterrissage et recueillant les renseignements météorologiques si nécessaires à la navigation aérienne. Nous aurons dans les aéroports des dispositifs électriques facilitant l'atterrissage et la bonne arrivée des avions. Nous allons donner quelques détails sur ces divers dispositifs.

Le poste de téléphonie ou de télégraphie d'avion sera un poste à lampes, émetteur et récepteur, dont les plaques peuvent être alimentées en courant alternatif pour faire de l'onde interrompue que tout récepteur peut recevoir, ce qui est indispensable pour les signaux de détresse. Ces postes à lampes n'ont rien d'essentiellement différent de ceux qui ont été mis au point par la radiotélégraphie militaire. Actuellement, les avions commerciaux, notamment ceux de la ligne Paris-Londres, sont munis de postes à grosses lampes dont l'énergie de plaque est fournie par une machine à hélice et dont la portée est de l'ordre de 250 à 300 kilomètres. L'avion peut donc converser en permanence avec le point de départ (le Bourget) ou le point d'arrivée (Croydon) et, pendant la majeure partie du parcours, avec les deux à la fois. La possibilité de faire de la téléphonie est précieuse pour un avion commercial, car elle évite d'avoir à emmener un spécialiste lecteur au son. Par ailleurs, il n'y aura pas, d'ici longtemps, assez d'avions émettant simultanément en téléphonie pour causer de sérieux brouillages.

Le poste goniométrique n'est pas encore d'un type arrêté. En fait, sur la ligne Paris-Londres, c'est le poste récepteur à terre de Croydon qui a une réception goniométrique et donne à l'avion son azimut quand il arrive. Ce seul azimut, bien connu du pilote qui fait tous les jours la même route, suffit à lui indiquer s'il est dans la bonne direction. Il n'y a d'ailleurs aucune difficulté théorique à installer un goniométriste spécialisé dans une cabine close et à lui faire faire le point comme il le ferait à terre.

Le poste de secours, dont l'absence a failli causer la perte des passagers du « *Goliath* » lors de

leur fameux raid sur Dakar, est absolument indispensable. Il faut que l'avion, au moment où il a une panne, puisse appeler au secours, et c'est à ce moment-là que son poste normal cesse en général de fonctionner. Le « *Goliath* », qui disposait d'un poste à étincelles de 500 watts qui fait des portées de 500 kilomètres pendant son voyage et d'un appareil récepteur à bord, n'avait ni cadre goniométrique, ni poste de secours. Quand tout allait bien, il a pu toucher 40 correspondants et envoyer 30 télégrammes, mais au moment où, du fait de la perte d'une hélice, l'avion dut s'arrêter et atterrir, l'alternateur, ne tournant plus à son régime, a empêché d'envoyer le signal de détresse et les passagers n'ont été sauvés que par le plus grand des hasards. Actuellement, on prévoit pour ces grands avions (notamment pour les hydravions de la marine) un poste alimenté par accumulateurs ou même par un petit groupe électrogène spécial. L'antenne, un simple fil de 100 à 150 mètres de longueur, sera soutenue en l'air, soit par un ballonnet gonflé à l'aide d'une bouteille d'hydrogène que l'avion emporte avec lui, soit par un cerf-volant qui pourra être mis en service si le vent est suffisant. L'avion en panne disposera ainsi d'un moyen d'appel qui fonctionne en dehors de lui.

La T.S.F. à bord des avions commerciaux ne rendrait pas tous les services qu'on est en droit d'en attendre si l'infrastructure n'était pas organisée d'une façon convenable. Cette infrastructure comprend essentiellement des aérogares ou aéroports et des terrains d'atterrissage. Ces terrains doivent être reliés soit par téléphone, soit par T.S.F., soit même par les deux. Actuellement, les mêmes postes de T.S.F. assurent les liaisons avec la terre et les liaisons avec l'avion. Quand le trafic aura pris toute l'importance qu'on peut légitimement entrevoir, il faudra doubler ces postes et spécialiser l'un d'eux aux liaisons avec l'avion. Ces postes de T.S.F. ont pour rôle fondamental, en dehors de leur office de postes de liaison, de recueillir les renseignements météorologiques que la Tour Eiffel, 5 fois par jour et le Bourget 2 fois, transmettent à l'usage, non seulement des aviateurs, mais aussi des agriculteurs et de tous ceux que l'état du ciel, la vitesse du vent et les prévisions du temps peuvent intéresser. Partout où un avion est amené à atterrir, il trouve un représentant de la météorologie qui lui donne les résultats des dernières observations et des derniers sondages et la prévision la plus récente que le Service météorologique a pu faire. Ces prévisions sont faites pour une durée qui dépasse généralement celle d'un trajet normal en avion. L'aéronef sait donc, en partant, ce qui l'attend comme temps aux diverses altitudes. Si un grain, un orage, un phénomène imprévu est annoncé, les postes de T.S.F. alertés le lui annoncent. Il peut, d'ailleurs, les interroger à ce sujet. Grâce à la T.S.F. et à la météorologie combinées, il n'est pas d'aéronef qui ne puisse naviguer avec la sécurité maxima, et c'est ce qu'il y a de plus frappant et de mieux organisé dans la navigation aérienne commerciale dès maintenant.

Grâce à la météorologie, l'avion vole en sécurité; grâce aux dispositifs que l'on étudie en ce moment, il peut également atterrir en toutes circonstances dans les conditions les meilleures.

On a cherché d'abord à guider l'avion, déjà mis sur la route de son aérodrome grâce à la goniométrie, jusqu'au terrain d'atterrissage même, à l'aide d'un câble Loth analogue à ceux disposés dans le chenal des ports et dont l'émission est recueillie par un cadre spécial installé à bord. Tant que ce cadre reçoit, l'avion est au-dessus du câble et sera dirigé, grâce à ce guide invisible, droit sur son terrain. Ceci est très précieux en temps de brume. Sur le terrain même, on arrive, en faisant parcourir des cadres verticaux de grande dimension par des courants alternatifs de nature spéciale, à obtenir dans le cadre récepteur de l'avion des courants de réception qui lui permettent de se rendre compte s'il est à droite ou à gauche du cadre émetteur. On guide ainsi l'avion jusqu'à la dernière minute et on lui prépare un atterrissage sans aucune surprise. On a essayé de résoudre aussi le problème, fondamental pour l'avion, qui consiste à lui permettre de déterminer son altitude au-dessus du sol quand il est perdu dans la brume. L'altimètre, en effet, ne lui donne que son altitude au-dessus du niveau de la mer et non sa position par rapport au sol. Le principe du dispositif est fort simple et repose sur la connaissance de la vitesse du son. L'aviateur qui ne sait plus à quelle hauteur il est et qui ne voit pas le sol tire un coup de revolver. Le bruit de ce coup de revolver est enregistré sur un appareil spécial qui enregistre aussi l'écho du bruit réfléchi sur le sol. Si alors, et l'appareil est disposé pour donner ce renseignement, une seconde s'est écoulée entre l'enregistrement du bruit direct et l'enregistrement du bruit réfléchi, l'avion est à 170 mètres d'altitude (la vitesse du son étant de 340 mètres environ à la seconde, et le son réfléchi ayant eu à parcourir, aller et retour, 170 mètres). Il sera à autant de fois 170 mètres de hauteur qu'il se sera écoulé de secondes entre le bruit direct et le bruit réfléchi (renseignement de toute

première importance pour un avion (qui ne voit pas le sol et qui risque de s'y briser).

Telles sont donc les possibilités de la T.S.F. en ce qui concerne la navigation aérienne. Grâce à elle, l'avion, comme le navire, reste en liaison avec le monde extérieur, et retrouve sa route quand la boussole ou la vue directe ne suffisent plus à le diriger. La T.S.F. ou les phénomènes d'induction connexes le conduisent jusqu'à son terrain d'atterrissage, et la sécurité en avion, qui s'accroît chaque jour, le doit en grande partie à la radiotélégraphie.

Louis François.

ERRATA. — Dans l'article du même auteur, paru dans notre numéro du 30 janvier 1922, lire :

Page 42, colonne 1, ligne 10 en remontant : *amplificateur à résistances*, au lieu de « amplificateur à résonance »;

Page 46, colonne 2, ligne 13 en remontant : *milliampère*, au lieu de « milliampèremètre ».

L'INTERSEXUALITÉ

Bien que le terme d'intersexualité n'ait été introduit en Biologie, par R. Goldschmidt et O. Riddle, que dans ces dernières années, plusieurs auteurs l'ont déjà repris et appliqué à des phénomènes assez différents.

Comment faut-il comprendre cette nouvelle expression? Quels sont les faits qui ont suscité sa création ou motivé son application? Dans quelle mesure ceux-ci sont-ils comparables et susceptibles de recevoir la même interprétation? Tels sont les différents côtés du problème que je me propose d'examiner ici.

I. — INTERSEXUÉS ET GYNANDROMORPHES

On a signalé depuis longtemps, dans presque tous les groupes d'animaux gonochoriques[1], l'apparition d'individus anormaux, offrant un mélange de caractères primaires (gonades) ou secondaires propres au mâle ou à la femelle. Les auteurs les ont désignés sous les noms les plus variés, dont il ne convient de retenir actuellement que ceux de *gynandromorphe* et d'*intersexué*.

Dans un article récent, paru dans cette revue, M. J. Delphy[2] estime que ces expressions sont absolument synonymes et que l'une des deux doit disparaître. Sans méconnaître les difficultés que peut soulever l'application de ces termes à des individus isolés, je crois qu'il est préférable de les conserver l'un et l'autre, tout au moins provisoirement. Le fait que les deux types d'aberrations ont pu être distingués dans un même groupe, voire dans une même espèce (*Lymantria dispar*, *Drosophila melanogaster*), paraît justifier cette opinion.

En s'en tenant aux exemples les plus typiques, il est possible d'assigner aux deux sortes d'anomalies les caractéristiques suivantes :

Les *intersexués* offrent, dans leur ensemble, une constitution intermédiaire entre les types mâle et femelle, et cet état paraît être, le plus souvent, la conséquence d'un revirement de la dominance sexuelle au cours de l'ontogénèse. Ils apparaissent, soit dans certaines lignées, soit comme résultat de croisements hétérogènes ou de modification expérimentale du milieu, et toujours en assez forte proportion (de 10 à 80 %). Il est généralement possible, tout au moins en faisant varier les conditions expérimentales, de se procurer *tous les termes de passage* entre les deux types sexués normaux. En principe, et sous réserve de complications secondaires, ces animaux sont symétriques et formés non seulement de régions mâles et femelles, mais de parties morphologiquement intermédiaires (fig. 1). On n'observe jamais, comme cela se produit pour

Fig. 1. — *Mue antennulaire d'une Daphnie intersexuée peu masculinisée.* — L'antennule droite (second plan) est du type ♀ normal; la gauche appartient à un type intermédiaire. × 250. Comparer avec les fig. 2, a¹ et 3.

1. *Gonochoriques* = ayant normalement les sexes séparés, par opposition aux *hermaphrodites* qui les ont réunis chez un même individu.

2. Le gynandromorphisme et les Crustacés intersexués. *Rev. gén. Sc.*, 30 nov. 21.

les gynandromorphes dits « bipartis », la séparation de deux moitiés sexuellement différentes suivant un plan sagittal. Lorsque l'intersexualité est due à l'hybridation, on constate que, dans les portées, la proportion habituelle des sexes est faussée et que les individus aberrants sont formés au détriment d'un seul sexe : cela permet généralement de distinguer des *mâles intersexués* et des *femelles intersexuées*.

Est-il nécessaire de faire remarquer que l'intersexualité est une notion purement morphologique. Au point de vue de la fonction, chaque gamète étant complémentaire de l'autre, il ne peut y avoir d'intermédiaire [1].

Les *gynandromorphes* sont typiquement constitués par une *mosaïque* irrégulière de régions nettement mâles ou femelles. Fréquemment les individus sont bipartis, chaque moitié étant d'un sexe différent. Bien que certaines lignées semblent prédisposées à la production de ces anomalies, celles-ci sont toujours assez rares. Ce sont des formes exceptionnelles et la plupart des biologistes s'accordent pour attribuer leur genèse soit à une fécondation anormale, soit à une répartition inégale de la chromatine au cours de la division des blastomères. Le gynandromorphisme proprement dit apparaît donc comme une aberration locale d'ordre cellulaire.

Un exemple caractéristique de gynandromorphisme pur est fourni par les Drosophiles étudiées par T. H. Morgan et ses collaborateurs [2]. Ces Mouches, apparues dans certaines lignées dans la proportion de 1 sur 2.200, présentaient une juxtaposition irrégulière de régions mâles et femelles, sans transitions. L'étude génétique a permis de démontrer qu'il s'agissait de femelles, et que les régions offrant le type masculin avaient perdu un chromosome sexuel.

Si des exemples typiques permettent de distinguer le gynandromorphisme de l'intersexualité, il faut reconnaître que, dans la pratique, non seulement les deux phénomènes ne s'excluent pas, mais qu'ils se superposent fréquemment. Beaucoup d'Arthropodes intersexués ne sont pas symétriques. Il semble que la cause qui trouble le déterminisme initial de l'œuf, influence également la régularité des divisions nucléaires au cours de l'ontogénèse. Aussi, l'examen morphologique ne permettant généralement pas de faire, sur un individu isolé, de distinction entre gynandromorphe et intersexué, paraît-t-il préférable de réserver ce dernier terme pour désigner des animaux observés en série au cours d'élevages.

Quoique peu nombreux, les faits d'intersexualité signalés jusqu'ici par les auteurs offrent une assez grande variété. Je vais les passer rapidement en revue.

II. — L'intersexualité chez les Invertébrés

Les Papillons étudiés par R. Goldschmidt ont fourni les premiers exemples d'intersexualité. Ce sont aussi les plus typiques. En croisant entre elles diverses races de *Lymantria dispar*, l'auteur obtient une série d'individus offrant tous les états intermédiaires entre les deux sexes; mais, à un croisement donné, correspond un certain degré d'intersexualité. Goldschmidt explique ces résultats au moyen d'hypothèses ingénieuses, assez compliquées [1]. Je n'en donne ici que l'idée fondamentale.

Le sexe d'un individu dépend du rapport qui existe, dans l'œuf dont il dérive, entre deux substances enzymoïdes : *andrase* et *gynase*, apportées par les gamètes. Si l'on admet, avec l'auteur, que ces substances se trouvent en quantités différentes dans les races expérimentées, on conçoit que le rapport normal puisse se trouver faussé dans les produits des croisements hétérogènes. Supposons, par exemple, que le sexe femelle soit déterminé par la proportion $\frac{F = 100}{M = 80}$ dans une race (A), et par $\frac{F = 82}{M = 60}$ dans une autre (B). Tant que les races ne seront pas mélangées, une différence *quantitative* suffisante entre les deux « facteurs » F et M sera maintenue et le sexe apparaîtra normal. Mais, dans le cas d'hybridation, certains individus pourront recevoir le facteur M de la race A et le facteur F de la race B, soit ; $\frac{82}{80}$. La différence quantitative devient alors trop faible. Dans ce cas, il y a dominance insuffisante et transitoire, de sorte qu'à un certain moment de l'ontogénèse, le déterminisme sexuel change de sens, plus ou moins tôt, suivant la proportion d'andrase ou de gynase contenue dans l'œuf.

Fait remarquable, après avoir, à la suite de premiers essais, attribué certaines *valences* sexuelles à chaque race expérimentée, Goldschmidt arrive à prévoir, pour un croisement

1. On sait que, chez certains organismes inférieurs, on ne peut plus distinguer les deux sexes que par l'attraction qu'ils exercent réciproquement l'un sur l'autre. L'on remplace alors parfois les mots mâle et femelle par les signes + et —.

2. Contribution to the genetic of *Drosophila melanogaster*. The origin of gynandromorphs. *Publ.* n° 278, *Carnegie Inst.*, Washington, 1919.

1. Voir en particulier : Experimental intersexuality and the sex problem. *Am. Nat.*, t. L, p. 705-717 ; 1916, et A further contribution to the theory of sex. *J. exp. Zool.*, t. XXII, p. 593; 1917.

donné, le degré d'intersexualité que présenteront les hybrides. Bien que les intersexués obtenus ne soient pas toujours symétriques, il admet que l'enzyme dominante agit sur la totalité de l'individu par l'intermédiaire d'une hormone.

L'hybridation des Papillons a souvent fourni des aberrations sexuelles, mais l'asymétrie est généralement beaucoup plus accentuée que dans les exemples précédents.

D'autres expérimentateurs sont parvenus à obtenir des séries d'intersexués en croisant des races différentes.

L'hybridation de *Pediculus capitis* et *P. corporis* a livré à D. Keilin et G.H.F. Nuttall[1] un lot d'individus sexuellement anormaux qu'ils nomment hermaphrodites, mais qu'ils comparent, avec juste raison, aux Papillons de Goldschmidt. Les animaux aberrants fournissent des formes de transition entre les deux types sexués normaux. Ils ne présentent pas, à proprement parler, de mosaïque et sont sensiblement symétriques. Aucun spécimen n'est biparti, et l'asymétrie de certains organes peut s'expliquer, sans faire appel au gynandromorphisme, par les considérations que je formulerai plus loin.

Certaines expériences incitent les auteurs à admettre que *P. capitis* et *P. corporis* ne sont que deux races locales d'une même espèce : *P. humanus*, et que les deux formes peuvent se transformer l'une dans l'autre suivant les conditions de vie. Si le fait se confirme, on pourrait, il me semble, en tirer une conséquence du plus haut intérêt pour la Biologie générale. Nous avons vu que, suivant l'hypothèse, très vraisemblable, de Goldschmidt, l'intersexualité des hybrides serait due à une différence quantitative dans la constitution des gamètes des deux races croisées. Si donc une pareille différence nucléaire, révélée par la formation d'intersexués, existe entre deux races manifestement produites par des variations des conditions extérieures, il faut admettre que les fluctuations du *soma* peuvent retentir sur le *germen*.

Il y a quelques mois, E.W. Sexton et J.S. Huxley ont obtenu des intersexués en croisant des variétés de *Gammarus chevreuxi*, espèce voisine de nos « Crevettes de ruisseau ». Les auteurs admettent qu'il s'agit toujours de femelles masculinisées[2], et soulignent ce fait que l'apparition des caractères mâles n'entrave pas nécessairement le développement des formes femelles. Ces intersexués ont une croissance très longue et atteignent une taille supérieure à celle des individus normaux. Les ovaires sont fréquemment stériles ou atrophiés, mais aucune trace de gonade mâle n'est signalée.

Je ne m'arrête pas à la description des Crabes intersexués signalés par Morgan[1]. D'après M. J. Rathbun[2], il ne s'agirait que de femelles immatures.

C'est encore parmi les produits d'un croisement, effectué entre deux mutants, de *Drosophila melanogaster*, que, tout récemment, C.B. Bridges[3] a trouvé mêlés à 96♀ et 9♂, 80 intersexués de divers types, mais tous stériles. Comme il fallait s'y attendre, l'auteur, collaborateur de Morgan, propose une explication différente de celle de Goldschmidt. On sait que, pour les néo-mendéliens, le sexe d'un organisme dépend de la présence de certains chromosomes. Chez les Drosophiles, en particulier, on admet que deux chromosomes X déterminent le sexe femelle, tandis que le sexe mâle correspond à la formule XO. Or, l'examen cytologique des intersexués a montré des dispositions chromosomiques variées permettant de les rapporter à quatre types. La plupart possèdent la formule XX (♀), mais le second et le troisième chromosome (autosomes) sont *triples* au lieu d'être doubles, comme de coutume. L'auteur est ainsi conduit à admettre que le sexe ne dépend pas seulement des chromosomes sexuels, mais qu'il est déterminé par un rapport entre les « gènes » situés dans les chromosomes X et ceux contenus dans les autosomes. 2 X : 2 autosomes correspondant au sexe ♀ et 1 X : 2 autosomes au sexe ♂, il en déduit que le rapport intermédiaire 2 X : 3 autosomes provoque l'apparition d'un état intersexuel.

L'année précédente, A.P. Sturtevant[4], autre collaborateur de Morgan, avait trouvé dans un lot de *Drosophila simulans* 200 intersexués appartenant tous au même type. Ils offraient un mélange de caractères secondaires ♂ et ♀, mais leurs gonades étaient extrêmement réduites ou absentes. L'analyse génétique démontra que la formule chromosomique de ces intersexués était du type femelle (XX). Pour expliquer l'anomalie, l'auteur a recours à l'argument habituel des généticiens. Il invoque l'apparition d'un « facteur

1. Hermaphroditism and other abnormalities in *Pediculus humanus*. *Parasitology*, t. XI, p. 279-328 ; 1919.

2. Voir : Intersexes in *Gammarus Chevreuxi* and related forms. *J. Mar. Biol. Assoc.*, Plymouth, t. XXI, sept. 1921. Depuis la publication de ce mémoire, M. E. W. Sexton a bien voulu me faire savoir qu'il avait trouvé également des mâles intersexués.

1. Variation in the secondary sexual character of the Fiddler Crab. *Amer. Nat.*, 1920.

2. On intersexes on Fiddler Crab. *Amer. Nat.*, t. LV, p. 80-82 ; 1921.

3. Triploid intersexes in *Drosophila melanogaster*. *Science*, t. LIX, p. 252 : 1921.

4. Intersexes in *Drosophila simulans*. *Science*, t. LI, p. 325 ; 1920.

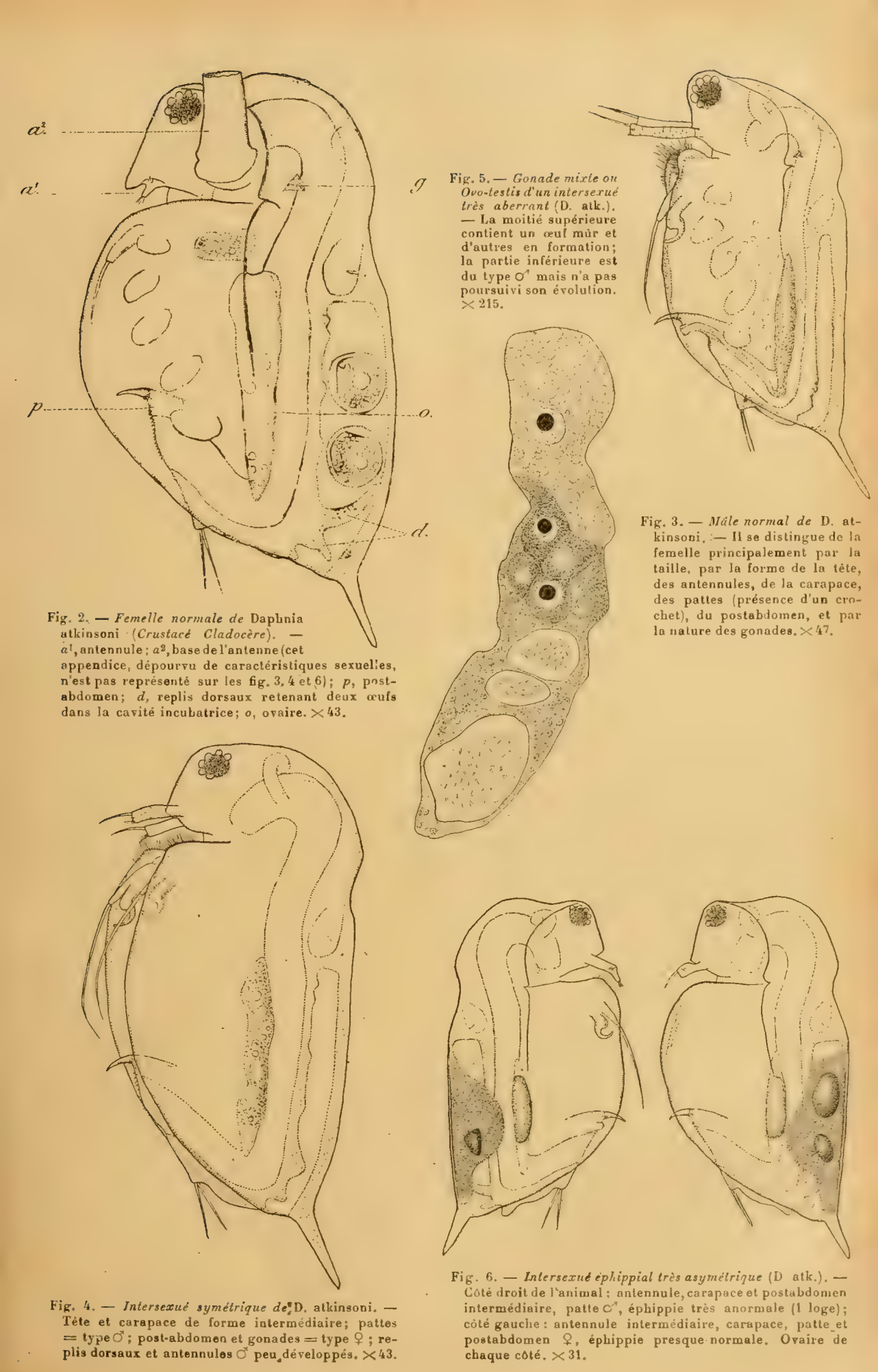


Fig. 2. — *Femelle normale de* Daphnia atkinsoni (*Crustacé Cladocère*). — a^1, antennule ; a^2, base de l'antenne (cet appendice, dépourvu de caractéristiques sexuelles, n'est pas représenté sur les fig. 3, 4 et 6) ; *p*, post-abdomen ; *d*, replis dorsaux retenant deux œufs dans la cavité incubatrice ; *o*, ovaire. × 43.

Fig. 5. — *Gonade mixte ou Ovo-testis d'un intersexué très aberrant* (D. atk.). — La moitié supérieure contient un œuf mûr et d'autres en formation ; la partie inférieure est du type ♂ mais n'a pas poursuivi son évolution. × 215.

Fig. 3. — *Mâle normal de* D. atkinsoni. — Il se distingue de la femelle principalement par la taille, par la forme de la tête, des antennules, de la carapace, des pattes (présence d'un crochet), du postabdomen, et par la nature des gonades. × 47.

Fig. 4. — *Intersexué symétrique de* D. atkinsoni. — Tête et carapace de forme intermédiaire ; pattes = type ♂ ; post-abdomen et gonades = type ♀ ; replis dorsaux et antennules ♂ peu développés. × 43.

Fig. 6. — *Intersexué éphippial très asymétrique* (D atk.). — Côté droit de l'animal : antennule, carapace et postabdomen intermédiaire, patte ♂, éphippie très anormale (1 loge) ; côté gauche : antennule intermédiaire, carapace, patte et postabdomen ♀, éphippie presque normale. Ovaire de chaque côté. × 31.

intersexuel » récessif logé dans un autosome. « Le mécanisme normal du déterminisme du sexe, dit-il, n'est pas du tout affecté, mais le résultat final est modifié par un gène qui n'est même pas dans le chromosome sexuel. »

Malgré l'ingéniosité de ces diverses explications, il faut reconnaître que la découverte d'intersexués chez les Drosophiles diminue singulièrement le rôle qu'il convient d'attribuer aux chromosomes X dans le déterminisme du sexe.

L'hybridation n'est pas la seule origine possible de l'intersexualité. On a vu ce phénomène apparaître dans les lignées parthénogénétiques des Phasmes et des Cladocères. C'est surtout chez ces derniers qu'il a été étudié récemment par A. Banta et par l'auteur de cet article[1].

L'aptitude à la production des intersexués apparaît dans une lignée, brusquement, à la façon d'une mutation, mais se manifeste très irrégulièrement dans la descendance. L'intersexualité est en effet en relation avec l'apparition des mâles, qui dépend elle-même de facteurs internes et externes. On trouve tous les termes de passage entre les deux sexes (fig. 2 et 3), mais la symétrie (fig. 4) est exceptionnelle et le gynandromorphisme, c'est-à-dire l'indépendance sexuelle des diverses régions du corps, est poussé très loin (fig. 6). On peut admettre cependant, en se fondant surtout sur l'étude des gonades, que, dans l'ensemble, ces animaux, primitivement orientés vers le sexe mâle, ont subi secondairement une féminisation plus ou moins précoce. Aucun individu n'est rigoureusement biparti ; les plus anormaux, au point de vue de la morphologie externe, ont des gonades mixtes (ovotestis) non fonctionnelles (fig. 5). La présence éventuelle d'éphippies[2] chez les Daphnies m'a permis de mettre en évidence l'existence d'une constitution intersexuelle latente, dans des régions morphologiquement neutres à l'état habituel (région dorsale) (fig. 6).

Bien que les auteurs qui les ont étudiés n'aient pas usé de ce terme, on peut également considérer comme intersexués les individus aberrants apparus au cours d'expériences réalisant un déterminisme épigamique du sexe. C'est ainsi que F. Baltzer détermine le sexe des *Bonellia*, Vers géphyriens, en laissant les larves en contact avec une femelle âgée ou en les isolant. Lorsqu'une larve déjà orientée vers un sexe est ensuite soumise à l'influence antagoniste, elle présente des aberrations sexuelles qui en font un véritable intersexué.

1. R. DE LA VAULX : L'intersexualité chez un Crustacé Cladocère. *Bull Biol. Fr. Belg.*, t. LV; p. 1-86; 1921. On trouvera dans ce mémoire, outre un exposé sommaire des principales théories du gynandromorphisme et de l'intersexualité, les indications bibliographiques qui n'ont pu trouver place ici.

2. On nomme ainsi un étui chitineux, formé par un épaississement de la carapace des Cladocères et destiné à contenir les œufs fécondables.

III. — L'INTERSEXUALITÉ CHEZ LES VERTÉBRÉS

Presque en même temps que Goldschmidt, O. Riddle a employé le terme d'intersexué (*sex intermediate*) pour désigner des Pigeons et des Tourterelles dont il modifiait expérimentalement les caractères sexuels, soit par l'effet de l'hybridation, soit en soumettant les mères à un travail reproducteur intensif. Il a pu constater un rapport entre le sexe d'une part, et la dimension et l'hydratation des œufs d'autre part. Ce sont les œufs dont le jaune est de taille intermédiaire qui donnent les intersexués. Ceux-ci se distinguent principalement par leur comportement. Les singularités psychiques, la stérilité, accompagnée parfois de l'atrophie des ovaires, ne paraissent pas rares chez les hybrides, mais, bien que ces phénomènes résultent, sans doute, de causes peu différentes de celles qui provoquent l'intersexualité, il semble préférable de réserver ce terme aux anomalies morphologiquement intermédiaires entre les types sexuels normaux.

R. Hertwig et d'autres expérimentateurs ont réussi à modifier le sexe des Batraciens et, comme on pouvait le prévoir, ont obtenu fréquemment des individus sexuellement intermédiaires. Il est d'ailleurs probable que beaucoup d'anomalies signalées sous les noms d'hermaphrodisme ou de gynandromorphisme pourraient être attribuées à l'intersexualité. La vérité est que la question, déjà fort complexe chez les Arthropodes, présente chez les Vertébrés des difficultés nouvelles par suite de la présence d'*hormones* charriées par le torrent circulatoire. On ne peut considérer comme intersexués un chapon, une Faisane arrhénoïdique, au même titre que les Papillons de Goldschmidt. La panachure des caractères sexuels est ici la conséquence directe de la castration ou de l'atrophie des ovaires; c'est un phénomène secondaire en rapport avec l'intime corrélation des parties[1].

1. Chez les Vertébrés, le déterminisme du sexe s'accomplit, en quelque sorte, en deux temps. La constitution de l'œuf ne régit directement que la nature des gonades, tandis que les hormones, sécrétées par celles-ci ou par des glandes annexes, dirigent secondairement la morphologie de l'individu sexué en agissant sur un état primitivement neutre. Lipschutz admet même que la nature des gonades est, elle aussi, déterminée par une hormone primordiale. A vrai dire, l'indétermination sexuelle primitive du soma n'est pas aussi certaine que les remarquables expériences de Bouin, d'Ancel, de Pézard, de Steinach le donneraient à penser. L'existence, chez les oiseaux, de gynandromorphes bipartis, ne peut s'expliquer que par un déterminisme cellulaire précoce qui sensibilise chaque moitié du corps vis-à-vis d'une hormone particulière.

La question de l'intersexualité chez l'homme appelle naturellement des réserves semblables. Depuis longtemps, Hirschfeld a admis que des *types sexuels intermédiaires* pouvaient être caractérisés par certaines aberrations psychiques. Or, récemment, Steinach[1] a démontré que celles-ci étaient en rapport avec la constitution des glandes interstitielles et dépendaient des hormones. D'autre part, il existe certaines particularités telles que la taille, le psychisme, qui, sans constituer de véritables caractères sexuels secondaires, sont *habituellement* liées à un sexe. La variabilité de ces caractères, dont le déterminisme dépend à la fois de l'hérédité et de multiples sécrétions internes, permet-elle d'établir des degrés dans la sexualité ? La question peut être discutée. Au surplus, comme l'a fait justement remarquer Caullery[2], une observation minutieuse permettrait de multiplier les caractères sexuels à l'infini. En augmenter le nombre conduirait à étendre abusivement et par suite à dénaturer la notion d'intersexualité. Mieux vaut, semble-t-il, lui conserver l'acception plus restreinte, mais aussi plus nette que je lui donnais plus haut : celle d'une transition graduelle entre les deux types sexuels, pouvant intéresser les caractères primaires aussi bien que les secondaires[3].

IV. — Interprétation

Les faits qui viennent d'être exposés montrent que, même en mettant à part les exemples de gynandromorphisme pur (Drosophiles de Morgan, Insectes sexuellement bipartis), l'intersexualité se présente sous des aspects divers et a suscité des théories bien différentes. Est-il possible d'ordonner ces premiers résultats et d'en dégager une interprétation générale ?

La principale question à résoudre me paraît être celle-ci : La constitution intersexuelle résulte-t-elle de l'antagonisme de deux « déterminants » dont l'action se fait sentir *simultanément*, ou provient-elle de l'application *successive* de ces deux forces directrices ? On sait que cette dernière interprétation est celle de Goldschmidt. Cet expérimentateur admet que le développement suit d'abord la directive sexuelle de l'enzyme dominante, et qu'à un certain moment, cette dernière étant épuisée, l'autre enzyme entre en action. L'ordre, dans lequel les divers organes des Papillons sont sexuellement modifiés, corrobore d'ailleurs cette hypothèse, qui peut, avec certaines restrictions, s'appliquer également au cas des *Pediculus*, des *Gammarus* et même des Cladocères. L'intervention successive de deux déterminismes semble expérimentalement démontrée chez les Bonellies anormales ; par contre, l'hypothèse inverse s'adapterait peut-être mieux au cas des Drosophiles et des Colombidés.

Goldschmidt, assimilant les facteurs sexuels à des enzymes, admet, en principe, qu'ils ne peuvent agir simultanément. Beaucoup de généticiens pensent, d'ailleurs, que les caractères mendéliens dits « allélomorphes » s'excluent toujours; il semble bien, cependant, y avoir des exemples indiscutables d'hérédité mixte, qui ne peuvent être attribués qu'à la coopération des deux facteurs en présence. La dominance est alors incomplète[1]. L'étude des hormones, qui constituent des sortes de « déterminants » secondaires accessibles à l'expérimentation, fournit des faits comparables. Des expériences récentes (de Steinach, de Knut Sand) ont montré que, contrairement à ce que l'on avait cru d'abord[2], il est possible de créer des « hermaphrodites » artificiels par la greffe simultanée des deux sortes de gonades sur des individus préalablement neutralisés au moyen de la castration. Rien ne s'oppose donc, en théorie, à ce que l'intersexualité résulte parfois d'un conflit entre deux déterminismes antagonistes, d'autant plus que la nature de ceux-ci est certainement beaucoup plus complexe que la conception, un peu simpliste, des facteurs le laisserait supposer.

Contrairement à ce que l'on pourrait penser, l'étude attentive de l'embryologie des sujets anormaux ne permet pas toujours de résoudre, dans chaque cas particulier, la question que je posais plus haut. En fait, différents phénomènes viennent compliquer le problème.

En premier lieu, le gynandromorphisme. Nous avons vu que les intersexués sont fréquemment asymétriques, et que les anomalies peuvent se

1. E. Steinach : Histologische Beshaffenheit der Keimdrüse bei homosexuellen Männern. *Arch. Entw. Mech.*, t. XLVI ; 1920.

2. M. Caullery : Les Problèmes de la Sexualité. *Bib. de Philos. Sc.*, Paris, 1913, p. 322.

3. Chez les Végétaux dioïques, où de nombreuses expériences ont démontré la possibilité d'un déterminisme épigamique du sexe, on doit s'attendre à retrouver quelque chose d'équivalent à l'intersexualité, sous des formes, d'ailleurs, notablement différentes. En raison de l'absence presque générale de véritables caractères sexuels secondaires, de la grande indépendance des parties, de l'alternance des générations sexuées et asexuées, la question se présente ici sous un aspect tout particulier et son étude doit être laissée aux botanistes.

1. Les Mendéliens intransigeants croient pouvoir, au moyen de l'hypothèse des facteurs multiples, sauver la loi de dominance et rejeter toute possibilité d'hérédité mixte, mais celle-ci est admise, à la suite de Mendel lui-même, par beaucoup de biologistes notoires.

2. D'après les faits de gynandromorphisme biparti rencontrés chez les oiseaux, les expériences de parabiose (soudure artificielle de deux individus de sexes différents) et de transplantation croisée des gonades.

répartir sans aucun ordre (cas de Cladocères). On ne peut plus, alors, conserver la théorie de Goldschmidt qu'en admettant qu'à la suite de divisions irrégulières des blastomères, les caractéristiques nucléaires déterminant le sexe se trouvent inégalement réparties entre les diverses régions du corps, et qu'en conséquence le changement de dominance ne s'effectue pas partout au même moment. Il faut noter, d'ailleurs, qu'indépendamment des mosaïques nettement définies, on constate des différences entre les réactions des diverses cellules du corps vis-à-vis d'un excitant général; c'est ainsi que les animaux modifiés expérimentalement, dans leur pigmentation ou leur structure, par l'action de la chaleur, ne sont généralement pas tout à fait symétriques. Les intersexués de *Pediculus* fournissent, à ce point de vue, des exemples significatifs : dans cette espèce, les mâles portent sur l'abdomen des bandes sombres qui manquent chez les femelles; or, les intersexués ne montrent ni une disposition régulièrement intermédiaire (bandes plus courtes ou plus étroites, moins pigmentées ou moins nombreuses), ni une mosaïque définie, mais des dispositions très irrégulières (bandes diversement fragmentées), correspondant néanmoins à une constitution intermédiaire.

Une autre difficulté se présente si l'on songe que la véritable détermination de la forme d'un organe est toujours antérieure à sa manifestation. Le fait est d'autant plus important à considérer que l'on a souvent affaire à des Insectes, sujets à des métamorphoses complètes. De plus, le développement d'un organisme étant toujours conditionné par les états antécédents, on est conduit à admettre que l'édification d'un organe intersexué, considéré à un moment donné, dépend non seulement du « facteur » présentement actif, mais de l'orientation acquise antérieurement. C'est ainsi que, sous l'action de deux déterminismes réellement *successifs*, l'organe conserve au cours de sa croissance un caractère intersexuel et que l'on ne peut saisir sur le fait le revirement de la dominance sexuelle. Chez les *Pediculus* intersexués, la coexistence des armatures génitales mâles et femelles est fréquente, et D. Keilin et G. Nuttall attribuent ce fait à ce que, provenant d'ébauches différentes, les deux appareils peuvent poursuivre leur développement sans se gêner mutuellement. Une fois « déclanchée », la formation d'un organe a pu s'achever malgré l'inversion du déterminisme sexuel. Une explication analogue rend compte probablement d'une anomalie signalée chez les *Gammarus* et mentionnée plus haut (p. 176, 1re colonne).

La façon dont se répartissent les caractères sexuels paraît beaucoup moins surprenante si l'on se rappelle que ceux-ci ne diffèrent pas essentiellement des caractères de race ou d'espèce. Cette analogie est démontrée par un grand nombre d'expériences portant sur les croisements, la transplantation des gonades, la régénération, l'action des facteurs externes[1]. Nombre de biologistes voient dans les deux sexes un couple d'allélomorphes et il est, en tout cas, certain que ceux-ci constituent un exemple typique de caractères dont, habituellement, l'un exclut l'autre. Or, les études génétiques ont montré que les caractères de ce genre peuvent se répartir dans la descendance de façons diverses. A côté de l'hérédité alternative (hérédité mendélienne proprement dite, type *Pisum*), il existe des cas de dominance transitoire, d'hérédité mixte (mode *Zea*) et, même, d'hérédité en mosaïque. Transposés dans le domaine de la sexualité, ces différents modes deviennent respectivement : le gonochorisme ou séparation des sexes, l'hermaphrodisme successif ou l'intersexualité (type *Lymantria*), l'intersexualité (type Drosophile?), et le gynandromorphisme.

Le problème de l'intersexualité est inséparable de celui du déterminisme du sexe, qui est lui-même bien loin d'être résolu. On a pu mettre en évidence le rapport de la sexualité avec des constitutions chromosomiques variées, des formes particulières de métabolisme, des influences extérieures comme la température, l'alimentation, le parasitisme, etc., des traumatismes et, chez les végétaux, la pression osmotique. Bien que cette diversité soit, dans bien des cas, plus apparente que réelle, et que des facteurs différents puissent, en dernière analyse, agir de la même façon, il paraît de plus en plus évident que le sexe dépend de l'interaction de nombreux éléments, dont quelques-uns seulement sont actuellement accessibles à notre investigation, et, pour cette raison, s'imposent trop exclusivement à l'attention. Seule, une connaissance suffisamment approfondie du rôle joué par ces divers éléments permettra d'établir une classification vraiment rationnelle des anomalies sexuelles et de proposer une théorie générale de l'intersexualité.

Dès maintenant, cependant, deux conséquences importantes paraissent se dégager des faits que nous venons d'examiner.

1° Le sexe ne dépend pas de facteurs discontinus, de l'absence ou de la présence de quelque

1. La plupart de ces faits sont exposés dans le mémoire de KAMMERER : Ursprung der Geschlechtsunterschiede. *Fortsch. d. Naturwis. Forschung*, Wien, 1912.

chose, ainsi que les formules chromosomiques XX = ♀, XO = ♂ le laisseraient à penser, mais de causes complexes, susceptibles de présenter des variations quantitatives.

2° Tout individu unisexué possède en puissance les attributs de l'autre sexe et peut les manifester dans certaines conditions. Il ne semble donc pas qu'un sexe puisse être réellement homozygote, c'est-à-dire homogène quant aux facteurs sexuels. L'étude des Papillons intersexués a d'ailleurs conduit Goldschmidt à modifier, dans ce sens, les symboles habituels des généticiens.

V. — Conclusion

Même limitée à son sens morphologique, le seul qui soit admissible, la notion d'intersexualité a quelque chose de surprenant pour le biologiste. En effet, la plupart des faits observés jusqu'à ce jour ont montré que, dans toute espèce gonochorique, la sexualité n'apparaît que sous l'une ou l'autre de ses deux formes : mâle et femelle, aussi nettement différenciées que les deux systèmes de cristallisation des corps dimorphes. Le résultat est d'ailleurs aussi manifeste, que le sexe paraisse lié à des facteurs discontinus, tels que la présence ou l'absence d'un hétérochromosome, ou qu'il semble dépendre d'une cause quantitativement variable, comme le métabolisme, la température, etc.[1]

Comment peut-on concilier ce fait avec l'existence des formes intermédiaires, menant par gradation d'une forme sexuée à l'autre ?

L'hypothèse d'un revirement dans l'orientation du déterminisme sexuel au cours de l'ontogénèse rend compte des phénomènes lorsqu'ils sont dus à l'hybridation (théorie de Goldschmidt) ou lorsque l'action successive des deux facteurs opposés est manifeste. Par contre, nous l'avons vu, le cas des intersexués d'origine parthénogénétique, celui des Drosophiles et des Colombidés, sont plus obscurs, et l'on est conduit à admettre la possibilité d'un antagonisme entre deux forces agissant simultanément.

Les faits examinés ici apportent, en tout cas, des données extrêmement intéressantes pour la Biologie générale et fourniront peut-être un terrain d'entente aux écoles rivales. Si, d'une part, quelques-uns d'entre eux imposent de graves restrictions à la théorie chromosomique du déterminisme sexuel, chère aux néo-mendéliens, les cas de gynandromorphisme montrent que le sexe ne peut dépendre exclusivement du métabolisme général, comme semblent le croire quelques néo-lamarckiens, mais qu'il trouve sa cause principale dans la constitution cellulaire.

On voit que, si l'étude des intersexués pose actuellement plus de questions qu'elle n'en résoud, elle ouvre aux chercheurs une voie nouvelle pour aborder les divers problèmes de la sexualité[1].

R. de La Vaulx,
Docteur ès sciences.

1. On sait que, dans le cas des hormones, particulièrement bien étudié, on a pu montrer que la quantité minima de gonade greffée, nécessaire à l'apparition des caractères sexuels secondaires, suffit à provoquer leur formation complète. Par contre, un fragment plus petit, sécrétant une dose plus faible, n'amène aucun résultat. C'est ce qu'exprime la loi du « tout ou rien » de Pézard.

1. Les clichés qui illustrent cet article ont été aimablement prêtés par la direction du *Bulletin biologique de la France et de la Belgique*.

BIBLIOGRAPHIE

ANALYSES ET INDEX

1° Sciences mathématiques

Pigal (H.). — Méthode pratique de règle à calcul, type Mannheim. — 1 *vol. in-8° de* 109 *pages. Desforges, éditeur, Paris*, 1921.

Le principe de la règle à calcul est très simple. Sur une règle sont inscrits les nombres à des distances de l'extrémité de la règle mesurées par leurs logarithmes. Une seconde règle identique à la première glisse le long de celle-ci. Dans une position quelconque de cette seconde règle, les nombres qui se trouvent en regard sur les deux règles sont proportionnels.

Lorsqu'on tient pour la première fois entre les mains une règle à calcul, et qu'on veut appliquer le principe ci-dessus, on s'aperçoit que l'application est beaucoup moins simple que le principe, et qu'il y a des difficultés imprévues et embarrassantes.

L'ouvrage de M. Pigal supprime toutes ces difficultés. Quiconque l'aura lu, avec une règle à calcul à la main, saura manipuler la règle d'une façon sûre et tirer de cet instrument tout le parti qu'on peut en tirer.

L'auteur donne d'abord le principe de la règle à calcul, et des indications sur la façon de la graduer. Il décrit ensuite la règle à calcul du type ordinaire due à Mannheim; dans les chapitres suivants il indique les diverses façons de se servir de la règle et comment on peut calculer, avec le minimum de déplacements de la réglette, le quotient de deux produits de facteurs, les racines carrées, cubiques, etc. Un chapitre est réservé aux calculs trigonométriques. Un autre, intitulé fractions, est fort intéressant. Il donne des applications de la règle à calcul d'une extrême simplicité, par exemple pour avoir une échelle de réduction pour le dessin. Suit un appendice sur diverses façons de faire ou d'abréger certains calculs et un chapitre sur les perfectionnements de l'instrument. Le curseur à trois traits parallèles, dont la distance est le logarithme de $\frac{\pi}{4}$, est très commode. Le trait médian étant sur le nombre D de l'échelle inférieure et par conséquent sur le nombre D^2 de l'échelle supérieure, le trait de droite est sur le nombre $\frac{\pi D^2}{4}$ de l'échelle supérieure et donne par conséquent l'aire du cercle de diamètre D. L'auteur donne d'autres applications. D'autres perfectionnements, comme l'introduction d'une échelle des cubes, sont également très importants.

Ce livre permettra d'acquérir en peu de temps la pratique de la règle à calcul et de manier sans hésitation cet instrument si commode.

J. Richard,
Professeur au Lycée de Châteauroux.

Roy (Louis), *Professeur à l'Université de Toulouse.* — **Cours de Mécanique rationnelle.** — 1 *vol. in-8° de* VI-260 *p. avec* 103 *fig.* (*Prix : 25 fr.*). *Gauthier-Villars et Cie, éditeurs, Paris*, 1921.

M. Roy publie, chez Gauthier-Villars, le cours de Mécanique rationnelle qu'il professe à l'Université de Toulouse devant les élèves de l'Institut électrotechnique et de Mécanique appliquée et les candidats au certificat de Mathématiques générales.

C'est une besogne délicate que d'écrire un traité élémentaire de Mécanique rationnelle destiné à de jeunes élèves ingénieurs. Ces élèves n'ont pas besoin d'une connaissance approfondie des développements mathématiques de la Mécanique; mais ils doivent avoir une vue nette et précise de ses notions fondamentales et être capables de les appliquer correctement soit à la solution complète des problèmes simples, soit à l'analyse sommaire des problèmes plus compliqués. Une des principales difficultés provient du tour abstrait qu'a pris la Mécanique afin de pouvoir bénéficier de l'usage du langage mathématique. L'étudiant doit, le plus tôt possible, se familiariser avec ce caractère, pour n'être pas dérouté par lui, pour comprendre les avantages qu'il offre au point de vue de la précision, mais pour se rendre compte aussi qu'il s'agit là d'une question de forme qui ne doit pas lui masquer le côté concret et expérimental du fond.

L'ouvrage de M. Roy nous paraît très propre à donner au débutant des idées nettes et justes sur ce qu'est exactement la Mécanique rationnelle. Il est toujours — et ce n'est pas un mince mérite — d'une correction mathématique parfaite. Et pourtant, il ne contient aucun appareil compliqué, aucun calcul difficile. L'auteur s'est systématiquement arrêté aux questions qui comportaient des développements mathématiques trop avancés. Il n'en est pas moins parvenu à exposer tout ce qui est essentiel. Certains sujets, dont l'étude complète aurait entraîné trop loin, sont néanmoins traités d'une manière suffisante à propos de cas particuliers. Tels sont, par exemple, les phénomènes d'amortissement et de résonance (peut-être eût-il été intéressant d'y joindre ceux de synchronisation) qui sont expliqués à propos du mouvement des pendules simple et composé. Nous mentionnerons aussi tout spécialement le chapitre où M. Roy expose d'une manière à la fois simple et rigoureuse la méthode du travail virtuel et la notion des multiplicateurs de Lagrange. La clarté avec laquelle il a su présenter cette question fera sans doute regretter qu'il n'ait pas complété ce chapitre par quelques indications sur le principe de d'Alembert et l'équilibre fictif entre les forces et les forces d'inertie. La conception de cet équilibre fictif apparaît parfois comme un artifice de calcul bien abstrait. Elle a cependant un véritable intérêt physique et même pratique. Il n'est pas un ingénieur qui, ayant fait un calcul sur les efforts statiques d'une machine, n'ait besoin de savoir comment ses résultats sont modifiés par les

forces d'inertie quand la machine est en mouvement. Nul plus que M. Roy n'était capable d'expliquer, en toute rigueur et en toute simplicité, la signification de ce procédé de raisonnement.

L'exposé des théories est complété par des applications intéressantes et bien choisies dont plusieurs sont poussées jusqu'aux calculs numériques. Par là s'affirme le côté concret de la Mécanique. Nous regretterons simplement qu'aucune des applications numériques ne soit faite avec le système d'unités M. T. S., légal en France depuis le 2 avril 1919.

Mais la principale originalité du livre de M. Roy réside dans le soin particulier avec lequel sont exposés les principes de la Mécanique. « J'ai tenu essentiellement, dit l'auteur, à être précis et à ne pas éluder certaines questions, d'intérêt purement théorique, il est vrai, mais qui se posent forcément dès qu'on réfléchit un peu et sur lesquelles on a généralement coutume de glisser dans les ouvrages didactiques. » Aussi est-il conduit à énoncer certaines hypothèses que la plupart des exposés classiques admettent implicitement. C'est ainsi qu'il insiste sur les conditions de régularité analytique nécessaires pour les forces dans la théorie de l'équilibre et qu'il montre comment la supposition, généralement reçue, que la force appliquée à un point ne dépend que du temps, de la position du point et de sa vitesse résulte de l'hypothèse que le mouvement est déterminé par la position et la vitesse initiales.

A notre avis, cette recherche de la précision doit être entièrement approuvée. Les débutants ont des exigences logiques qu'il faut satisfaire et il n'y a aucun intérêt à les habituer à raisonner faux sous prétexte d'éviter les excès de l'esprit géométrique. On ne pourrait présenter d'objection que si le désir d'être précis entraînait à de véritables complications. Or le lecteur de M. Roy pourra se convaincre que tel n'est pas le cas et que les explications de cet auteur, — qu'il présente d'ailleurs comme un complément de son enseignement oral, — bien loin de risquer de troubler l'esprit de l'élève, sont de nature au contraire à l'éclairer vivement.

Nous louerons aussi M. Roy de n'avoir pas éludé la question de la véritable nature des principes. Sans entrer dans des développements philosophiques déplacés, il montre cependant que la Mécanique rationnelle est une construction abstraite destinée à représenter le mouvement des corps naturels, que les principes sont les hypothèses (au sens étymologique du mot) sur lesquelles elle est fondée, et que leur vérité se démontre par l'accord de leurs conséquences avec les faits; pour marquer ce caractère, il les désigne de préférence sous le nom de *postulats*. Il est certainement bon que ces idées soient données même à des débutants et que les principes ne leur soient pas présentés comme résultant irréfutablement d'expériences incontestables. Peut-être seulement pourrait-on souhaiter quelques éclaircissements sur la manière dont a été fait le choix des postulats fondamentaux. A ce point de vue quelques indications historiques sommaires eussent été de nature à montrer que ces postulats, s'ils ne sont pas purement et simplement expérimentaux, n'ont pas cependant été choisis au hasard et que, si abstraite que soit la construction de la Mécanique rationnelle, elle n'en a pas moins des fondements solides dans la réalité. Mais il faut reconnaître qu'un pareil complément aurait alourdi un volume qui, systématiquement, ne devait pas être trop gros.

En résumé, par le choix heureux des questions et des applications traitées, par la correction comme par la simplicité des démonstrations, par la précision dans l'exposé des principes, le livre de M. Roy fait le plus grand honneur à l'enseignement de l'Institut électrotechnique de la Faculté des Sciences de Toulouse.

E. Jouguet,
Professeur à l'Ecole Nationale supérieure des Mines.

2° Sciences physiques

Neveux (V.), *Ingénieur des Arts et Manufactures.* — **Stations Centrales proprement dites.** — *Un vol. petit in-8° de 199 pages avec 27 fig. (Prix : 14 fr.). Ch. Béranger, éditeur, Paris et Liége,* 1920.

Suivant le programme de l'*Encyclopédie technique des aide-mémoire Plumon,* dont il fait partie, ce volume comprend : d'une part un exposé général de la question traitée, devant permettre l'élaboration d'un avant-projet, la rédaction d'un contrat ou l'exécution des essais de réception, d'autre part, les formules, tables et coefficients d'usage courant pour le spécialiste.

Dans une première partie, l'auteur décrit les installations thermiques et hydrauliques de production d'énergie ; il donne en particulier d'utiles conseils pratiques concernant la conduite et l'entretien des machines à vapeur. L'étude des machines électriques ne comporte, en dehors de généralités élémentaires, que des renseignements trop sommaires sur l'entretien et les essais, ainsi que la reproduction des règlements officiels concernant les précautions à prendre et les soins à donner en cas d'accident de personne.

Parmi les tableaux et coefficients reproduits à la fin de l'ouvrage, certains n'ont qu'un rapport assez éloigné avec le sujet, tels ceux donnant la composition des mortiers et ciments ; l'un des plus utiles, en revanche, est le tableau des unités de mesures, que l'auteur ne respecte malheureusement pas dans le texte.

Trop souvent d'ailleurs M. Neveux oublie que les qualités primordiales d'un aide-mémoire résident dans sa présentation et son exposition et que le vocabulaire technique est régi par des règles strictes.

A. Lange,
Chef de travaux à l'Ecole supérieure d'Electricité.

Neveux (V.), *Ingénieur des Arts et Manufactures.* — **Stations centrales : Distribution d'énergie.** — *Un vol. petit in-8° de 225 pages avec 195 fig. (Prix : 16 fr.). Ch. Béranger, éditeur, Paris et Liége,* 1921.

Quoi qu'on en puisse préjuger par son titre, cet ouvrage traite des installations intérieures et des applications de l'énergie électrique. A côté d'études descriptives assez élémentaires, l'auteur donne des renseignements numériques et des conseils pratiques intéressants ;

il étudie successivement les différents modes de distribution, la mesure de l'énergie électrique et son emploi pour l'éclairage et la force motrice : il signale les essais de réception à effectuer et les causes des défauts et accidents dans les machines. Les caractéristiques des accumulateurs et les soins qu'ils nécessitent sont exposés d'une manière judicieuse. Après quelques indications intéressantes sur les redresseurs et le chauffage électrique, l'ouvrage reproduit les instructions concernant les installations intérieures et la réception des machines; il se termine par des tableaux de coefficients et de valeurs numériques.

Les renseignements de cet aide-mémoire sont souvent originaux et paraissent dignes de foi, mais gagneraient à être exposés dans un style précis et dans une langue correcte et à être présentés méthodiquement ; ce dernier défaut est souligné dans la table analytique des matières et nous semble d'autant plus regrettable que l'absence de table alphabétique n'en pallie pas les inconvénients pour le lecteur.

A. L.

Sainte-Claire-Deville (Emile). — **Manuel de Chimie gazière.** — 1 *vol. in*-8° *de* VIII-208 *pages avec* 60 *fig.* (*Prix broché* : 17 *fr.* 50). *Dunod, éditeur, Paris*, 1921.

Contrairement à ce que pourrait laisser croire son titre, cet ouvrage n'est pas une étude du gaz au point de vue chimique, mais bien un manuel indiquant les méthodes et procédés des essais et analyses en usage à l'usine expérimentale de la Villette de la Société du gaz de Paris. Cette petite observation étant faite, il est juste de mentionner la très grande valeur de ce manuel. Alors que trop d'ouvrages de Chimie analytique ne sont presque exclusivement qu'œuvres de compilation, sans que leur auteur se soit astreint à vérifier la précision, les facilités d'application des méthodes décrites, le manuel de M. Sainte-Claire-Deville, au contraire, ne contient que des méthodes éprouvées par une pratique journalière et dont les résultats ont été rigoureusement contrôlés. Cela n'a rien de surprenant pour qui connaît la haute conscience professionnelle de l'auteur, manifestée déjà dans de nombreux et remarquables travaux. D'ailleurs la préface prévient que des procédés analytiques publiés en France et surtout à l'étranger, il n'est question dans l'ouvrage que des méthodes adoptées à l'usine expérimentale, les autres ayant été essayées sans succès ou n'ayant pas été connues de l'auteur. Cette belle franchise donne une idée du crédit que l'on peut accorder aux méthodes décrites ; ajouter à cela que beaucoup de ces méthodes « ont permis d'accumuler des milliers de données analytiques absolument comparables entre elles ».

D'après l'auteur, les méthodes adoptées sont celles qui ont paru joindre à une exactitude *suffisante*, une facilité et une rapidité d'exécution permettant de multiplier considérablement les opérations.

Ce manuel met donc à la disposition de ceux qui ont à effectuer des analyses concernant le gaz, des méthodes éprouvées par la pratique, pouvant être utilisées en toute sécurité, sans qu'il soit besoin d'effectuer d'essais préalables, et décrites avec énormément de détails. Il rendra service aussi bien aux chimistes d'usine à gaz qu'à ceux de cokerie. Il faut toutefois noter que, sans en donner la raison, certaines méthodes presque universellement employées, telle celle d'Eschka pour le dosage du soufre dans les combustibles, n'ont pas été adoptées par l'auteur. En outre, certains appareils modernes et très pratiques semblent avoir été systématiquement écartés.

Parmi les études à signaler notons : l'influence de l'âge des creusets de platine sur les résultats de la teneur en matières volatiles de la houille; comparaison avec les creusets de quartz ; le dosage du benzol en poids (le seul exact à notre avis); le dosage de l'acide carbonique en poids ; la manipulation de la burette de Bunte ; le dosage de la naphtaline par la méthode dite du piège.

M. Desmarets.

3° Sciences naturelles

Bertin (*Commandant A.*), *inspecteur des Eaux et Forêts, avec la collaboration de* **Gravet** (*Fernand*), *inspecteur des Travaux Publics de l'Etat* (*Ponts et Chaussées*), *et de* **Pellegrin** (*François*), *docteur ès Sciences, préparateur au Muséum national d'Histoire naturelle de Paris.* — **Mission d'études forestières envoyée dans les colonies françaises par les Ministères de la Guerre, de l'Armement et des Colonies.** *Tome IV.* **Les bois du Cameroun.** Lettres préfaces de M. Lucien Fourneau et de M. Carde, *gouverneurs des colonies, commissaires de la République française au Cameroun.* — 1 *vol. in*-8 *de* 312 *p., avec grav. et cartes. Emile Larose, éditeur*, 11, *rue Victor-Cousin, Paris*, 1920.

On peut se rendre compte déjà par les 4 tomes précédemment publiés par M. André Bertin, et représentant en réalité 5 volumes, que nous avons signalés dans la Revue[1], combien sont intéressantes au point de vue scientifique et utiles pour une mise en valeur plus pratique et plus sûre de nos bois coloniaux, toutes les connaissances botaniques et les informations techniques rapportées par la Mission forestière coloniale qui a été dirigée en Afrique par le commandant André Bertin. Le dernier volume publié, tome V, avait ajouté des données nouvelles sur les bois de la Guyane française et du Brésil, grâce à un voyage effectué par M. Bettenfeld, membre de la Mission, et à la collaboration de M. R. Benoist qui avait précédemment rempli aussi une mission forestière à la Guyane. Quand nous annoncions ce volume, le présent tome, qui est le tome IV, était sous presse et il vient aujourd'hui nous apporter un complément très important à l'exposé des travaux remplis en Afrique par la Mission. Avec la Côte d'Ivoire et le Gabon, le Cameroun entre parmi les régions de l'Afrique tropicale qui offrent les ressources forestières les plus considérables. La superficie des forêts du Cameroun a été estimée à 12 millions d'hectares, ce qui est le même chiffre que pour la Côte d'Ivoire.

1. *Revue générale des Sciences*, 30 novembre 1919, p. 641; 30 juin 1921, p. 377.

M. André Bertin et ses collaborateurs suivent approximativement dans cet ouvrage le même plan que celui des deux premiers tomes, consacrés à la Côte d'Ivoire et au Gabon, et ils poursuivent le même but, qui est de présenter des connaissances à la fois scientifiques et pratiques de la région, les secondes s'appuyant sur les premières.

L'ouvrage débute par un aperçu donnant des indications générales sur le Cameroun, où nous relevons notamment celles sur la géographie physique, la faune, le climat, la géologie, et il est donné aussi d'intéressants extraits d'un volume publié en 1914 par le Gouvernement allemand. Puis les auteurs abordent l'étude spéciale de la forêt du Cameroun et nous y trouvons enregistrés les résultats de toutes les prospections qui y ont été effectuées par la Mission. Il est donné tout un vocabulaire des bois usuels y compris les noms scientifiques, puis des classements de ces bois d'après leurs utilisations industrielles. Pour chaque espèce, envisagée séparément, sont relatés ensuite tous les caractères scientifiques et ceux révélés par les essais pratiques qu'a effectués la Mission.

Ayant rappelé comment avaient été conduites par l'Allemagne les exploitations forestières au Cameroun, M. André Bertin fait un tableau, dont il sera bon de tenir compte, de tout ce qu'il convient de faire pour améliorer et développer l'industrie forestière dans notre nouvelle possession, et il estime que, grâce aux nouveaux règlements forestiers, le commerce des bois au Cameroun ne doit pas tarder à reprendre et à dépasser l'importance qu'il avait acquise au début de 1914. Dans le chapitre suivant, l'auteur, résumant la question des bois coloniaux telle qu'elle se pose actuellement, donne un exposé des mesures générales qu'il convient d'appliquer dans toutes nos colonies d'Afrique pour assurer à la fois la conservation des forêts et le développement des exploitations. On ne saurait trop attirer l'attention sur cet ensemble de travaux de la Mission qui donnent des vues si utiles pour une mise en valeur efficace d'une de nos plus grandes richesses coloniales.

Un tome VI, actuellement sous presse, sera consacré aux Bois du Mayombé (Moyen Congo).

G. Regelsperger.

Osborn (Henry Fairfield), *Président du Muséum américain d'Histoire naturelle de New-York.*— **L'origine et l'évolution de la Vie**. *Edition française avec préface et notes par* Félix Sartiaux. — *1 vol. in-8° de 304 pages et 126 figures dans le texte (Prix : 25 fr. net). Masson et Cie, éditeurs, Paris*, 1921.

L'Origine et l'Evolution de la Vie, dont l'édition américaine est de 1917, mesure l'étape parcourue, depuis un quart de siècle, en Amérique comme en Europe, à la fois par les études physico-chimiques sur la Terre et le Soleil, source de l'énergie, et par les études paléontologiques qui nous ont révélé les modalités de l'évolution des formes.

La première question qui se pose est celle de l'origine de la Vie : est-elle quelque chose de nouveau dans l'Univers, a-t-elle eu un commencement absolu (vitalisme), ou bien n'est-elle qu'une recombinaison d'énergies préexistantes, qu'un stade de l'évolution générale du monde (énergétisme)? Sans hésiter, M. Osborn tient pour bonne la seconde alternative. A grands traits, il trace l'histoire de la Terre avant l'apparition de la Vie, et décrit la constitution chimique de la lithosphère, des eaux et de l'atmosphère ; l'eau de mer primitive devait être pauvre en sel marin et en azote ; aussi est-il permis de croire que les premiers organismes ont apparu soit dans des crevasses humides des rochers ou du sol, soit dans les eaux douces des étangs qui contenaient des azotates et des azotites formés par synthèse due aux décharges électriques des orages ; le premier pas vers l'organisation de la matière vivante a dû être l'assemblage, un à un, des éléments actuellement essentiels à la vie (H,O,N,C,Ph,S, etc.) qui existent dans tous les organismes vivants ; la Vie a du reste utilisé presque tous les éléments chimiques que l'on rencontre fréquemment, à l'exception cependant de l'aluminium, du baryum, du strontium et du titane. Les Bactéries *prototrophiques*, telles que le *Nitrosomonas* nitrifiant, capables de se développer en empruntant leur énergie et leurs éléments aux composés chimiques inorganiques, nous représentent sans doute un des premiers stades des êtres vivants ; thermophiles et héliophobes, les Bactéries nitrifiantes vivent à l'intérieur des roches poreuses, où l'humidité est permanente et où parvient facilement l'oxygène. Après la phase des Bactéries, est venue celle des Algues bleues et vertes, puis celle des Protozoaires, qui se sont d'abord développés dans les eaux douces ; la vie a pu s'étendre peu à peu jusqu'à la mer, et la succession des formes marines a été sans doute déterminée elle-même, dans une certaine mesure, par l'adaptation à une concentration saline croissante des eaux des océans, s'enrichissant en NaCl par la désagrégation des roches continentales. Pendant la longue période précambrienne, qui est évaluée au moins à 30 millions d'années, se sont développés les Invertébrés pluricellulaires, qui se sont répandus dans toutes les mers, et dont les magnifiques trouvailles de Walcott nous ont révélé tant de formes peu différentes des actuelles. M. Osborn dessine ensuite de main de maître les grandes lignes de l'évolution des Vertébrés, telles que nous les montre si clairement la Paléontologie, en mettant bien en lumière l'expansion rayonnante des Reptiles et des Mammifères dans les habitats les plus divers, où ils acquièrent les formes les plus variées, parfois singulièrement convergentes ; cette partie de son livre sera certainement la plus nouvelle pour le lecteur français, grâce aux nombreuses figures de reconstitution des fossiles, fournies par l'incomparable matériel de l'American Museum.

Mais s'il est relativement facile de se représenter en gros ce qu'on peut appeler les événements extérieurs de l'évolution, révélés surtout par les progrès de la Paléontologie, il en est tout autrement lorsqu'on cherche à comprendre les causes ou le processus même de cette évolution ; M. Osborn déclare qu'il n'appartient à aucune école, ni lamarckiste, ni darwiniste, ni mutationniste ; cependant il faut choisir, et c'est peut-être pour avoir voulu rester éclectique, qu'il y a quelque confusion et même quelques contradictions dans les

opinions qu'exprime M. Osborn sur ce sujet capital : pour lui, la forme des animaux et des plantes est l'expression visible de l'évolution invisible du germe héréditaire, c'est-à-dire de la chromatine des cellules germinales ; les mutations sont attribuables à des modifications de la constitution moléculaire ou atomique de la chromatine héréditaire ou à des modifications dans la nature de l'énergie fournie à la chromatine pendant le développement du germe ; la chromatine héréditaire aurait les propriétés suivantes : elle enregistre les formes corporelles et les adaptations passées ; elle répond aux circonstances du présent par la capacité d'adaptation qu'elle confère aux cellules vivantes de l'organisme ; enfin elle donne sans cesse naissance à de nouveaux caractères et à de nouvelles fonctions. M. Osborn n'admet pas que les variations soient fortuites, sans loi, dirigées dans des sens quelconques ; au contraire, l'évolution effective de la chromatine héréditaire correspond à des mutations (au sens de Waagen) dirigées : l'évolution est graduelle, continue et adaptative dans son essence (principe de continuité) ; chaque organe s'adapte indépendamment des autres à sa fonction propre, et évolue avec sa vitesse propre ; un grand nombre des caractères nouveaux sont déterminés dans leur développement et prennent dès l'origine une direction adaptative (principe de rectigradation ou d'orthogénèse). La sélection n'est pas une des énergies de l'évolution ; elle ne fait que déterminer celle des combinaisons d'énergie qui doit survivre et celle qui doit périr. Quant aux causes de l'évolution du germe héréditaire, elles sont complètement inconnues, mais assurément il n'y a pas de principe interne de perfectionnement (entéléchie, élan vital) ; on ne sait pas non plus si le développement de l'organisme a une action sur l'évolution du germe, les lamarckiens ayant cherché en vain des preuves de la transmission héréditaire des actions et réactions acquises par les tissus somatiques ; du reste il ne semble pas que les variations physico-chimiques du milieu constituent une cause essentielle de l'évolution morphologique, car des évolutions rapides (Ammonites, Poissons), aboutissant à des stades extrêmes, peuvent se produire dans un milieu physico-chimique relativement stationnaire. Mais, si je ne me trompe, il me semble que cette enveloppe plus ou moins mutationniste recouvre une autre conception, apparentée à celle de Cunningham, et qui au fond est tout à fait lamarckienne : la véritable explication des origines, de la vitesse d'évolution et de la coordination des caractères pourrait être cherchée dans la direction de la catalyse, c'est-à-dire de la libération (au cours des actions et réactions de formes et de mouvements) de messagers physico-chimiques, tels que hormones, chalones, enzymes, etc., qui produiraient la corrélation fonctionnelle entre les caractères somatiques et auraient une *répercussion correspondante* sur les énergies physico-chimiques du germe.

Le traducteur, M. Sartiaux, a ajouté à l'œuvre de M. Osborn de nombreuses notes bibliographiques et une préface intéressante, où il apparait, comme il convient à un Parisien, très lamarckien et pas du tout mendéliste ; on doit lui être reconnaissant d'avoir traduit l'excellent livre de M. Osborn, qui sera certainement très goûté par le public français.

L. Cuénot,
Professeur à la Faculté des Sciences de Nancy.

4° Sciences diverses

Pellegrin (Colonel F. L. L.). — **La vie d'une armée pendant la Grande Guerre.** *Préface du Général* Mangin. — *1 vol. in-16 de 331 p. avec 4 croquis, 3 cartes, 1 plan directeur et 4 photogr. aériennes, de la* Bibliothèque de Philosophie scientifique (*Prix* : 8 *fr.* 50). *Ern. Flammarion, éditeur, Paris*, 1922.

Le titre de cet ouvrage pourrait tromper. On s'attend à l'histoire d'une armée pendant la guerre, soit une de ces armées de l'Est qui sont restées toujours à la même place, soit une armée célèbre par ses opérations offensives ou défensives. Il n'en est rien. Le Colonel Pellegrin, breveté d'Etat-Major, a entrepris de nous initier à la vie intérieure d'un état-major d'armée pendant la grande guerre. Nul n'était mieux qualifié que lui pour nous raconter cette partie inconnue du grand drame. Les souvenirs personnels voisinent avec la réminiscence de ses travaux ; sans doute est-ce lui qui fit en automobile la liaison du 5 septembre 1914 entre la IIIe Armée et Verdun ; sans doute était-il parmi les officiers d'Etat-Major que le Général Degoutte, commandant la VIe Armée, emmenait avec lui dans les Flandres en septembre 1918.

Mais ceci, c'est l'anecdote. L'histoire trouvera dans ce livre une défense de l'Etat-Major. Celui-ci est inconnu pour la masse, décrié par ceux qui l'ignorent, méprisé par ceux qui n'acceptent aucune supériorité. Ce livre nous met au courant du travail anonyme accompli par les officiers brevetés sortis de l'Ecole de Guerre et par leurs camarades d'active ou de réserve qui sont venus les aider dans leur tâche. Tâche qui n'était pas ingrate, puisque grâce à elle la victoire nous souriait ou que les préjudices causés par la défaite étaient réduits.

Le Colonel Pellegrin nous initie aux mystères des différents bureaux de l'armée : bureaux du personnel, du service des renseignements, des opérations, du transport ; il nous promène au milieu des différents services de l'artillerie, du génie, de l'intendance, de santé, etc. Mais ce n'est pas une nomenclature aride. Des faits illustrent ce qu'il nous dit et nous voyons le travail énorme accompli par ces bureaux ou ces services à Verdun, dans la Somme, à la Malmaison, dans l'Aisne, dans les Flandres.

C'est un ouvrage qu'il faut lire pour apprendre à connaître les Etats-Majors, à les apprécier et pour pouvoir les défendre, s'il en était besoin, contre leurs détracteurs.

Capitaine Villate,
Détaché à l'Ecole de Guerre.

ACADÉMIES ET SOCIÉTÉS SAVANTES
DE LA FRANCE ET DE L'ÉTRANGER

ACADÉMIE DES SCIENCES DE PARIS

Séance du 20 Février 1922 (fin)

3° Sciences naturelles. — M. **H. Douvillé** : *Le Nummulitique au sud des Pyrénées.* La succession des couches est beaucoup plus régulière que sur le versant nord : à la base, les deux niveaux de l'Eocène inférieur, Thanétien et Cuisien ; au sommet, le Lutétien inférieur, dont les couches passent par alternance au poudingue de Palassou. — M. **G. Mouret** : *Sur le prolongement de la fracture d'Argentat (Corrèze) dans la région du Dorat (Haute-Vienne et Vienne).* — M. **L. Dussault** : *Le Tam Dao et la région de la basse Rivière Claire (Tonkin).* — M. **J. Fromaget** : *Sur la géologie des environs d'A Mi Tchéou (Yunnan oriental).* — M. **Gignoux** : *Sur la présence du Tortonien à Valence (Espagne).* Des travaux d'adduction d'eau, à 16 km. de Valence, ont rencontré à 8 m. de profondeur, sous les alluvions quaternaires, des marnes bleues fossilifères, où l'auteur a trouvé une faunule caractéristique du Tortonien. — M. **Ch. Gorceix** : *Sur la formation du « Gouf de Cap Breton ».* L'examen des cartes du Service hydrographique de la Marine montre qu'on n'est pas en présence d'une vallée, encore moins d'un estuaire submergé. L'auteur pense qu'on se trouve en présence d'une vaste bande gypso-salifère, avec une série de cassures intéressant les couches protectrices du sel et du gypse et permettant l'infiltration de l'eau de mer. La dissolution du sel et du gypse et le délayage de l'argile auraient provoqué une série d'éboulements sous-marins. — M. **R. Jeannel** : *La dispersion géographique des* Silphidae Catopinae *pendant le Tertiaire.* Les *Ptomaphagus* proviennent du nord de l'Amérique du Sud, d'où ils ont passé en Europe, puis de là dans l'Afrique du Nord et l'Europe septentrionale, d'une part, dans l'Amérique du Nord d'autre part. Les *Catops*, partis de l'Europe méditerranéenne, se sont répandus dans la région paléarctique, puis dans l'Amérique du Nord, par la voie nord-atlantique et par l'Asie orientale. — MM. **A. Goris** et **A. Liot** : *Nouvelles observations sur la culture du B. pyocyanique sur milieux artificiels définis.* Les dérivés amidés ne peuvent servir d'aliments au bacille pyocyanique. Au contraire, les acides aminés peuvent servir à son développement ; mais, en général, ils sont de moins bons aliments que les sels ammoniacaux dérivés des acides bibasiques, surtout lorsqu'on les emploie sans addition de substances minérales. — M. **R. Noël** : *Sur des phénomènes de condensation des corps gras à la surface des mitochondries.* Morphologiquement, la graisse apparaît d'abord à la périphérie de la mitochondrie sous la forme de granulations très petites, qui ultérieurement confluent en un anneau. — M. **R. Argaud** : *Sur quelques fonctions du mégacaryocyte tumoral, en particulier sur son rôle vasoformateur.* Dans certains cas pathologiques, les cellules de Howel peuvent donner naissance à des tumeurs quelquefois volumineuses. Ces mégacaryocytes humoraux constituent, par l'émission de nombreux prolongements protoplasmiques, anastomotiques, la trame fondamentale de ces tumeurs. Enfin, par le morcellement du noyau végétant et répartition des fragments nucléaires autour d'une cavité intraprotoplasmique, le mégacaryocyte devient vasoformateur ; il est aussi globuligène. — M. **E. Wertheimer** : *Sur la circulation entéro-hépatique des acides biliaires.* L'auteur décrit une expérience de cours très simple et très frappante montrant le cycle de la bile qui va de l'intestin au foie pour retourner à l'intestin. — M. **F. Maignon** : *Recherches sur les propriétés physiologiques et thérapeutiques des diastases tissulaires. De l'existence des diastases synthétisantes.* L'auteur a extrait les diastases tissulaires en adaptant aux organes animaux la méthode Lebedeff pour l'extraction de la zymase alcoolique. Les effets thérapeutiques de l'ingestion de ces diastases sont ceux de l'opothérapie ordinaire, mais plus nets et plus constants. — M. **J. Glover** : *L'auscultation électrique de la respiration au début de la tuberculose, nouvelle méthode d'auscultation pratiquée à l'aide de sthétoscopes microtéléphoniques amplificateurs.* — MM. **Edm. Sergent** et **A. Donatien** : *Les stomoxes propagateurs de la trypanosomiase des dromadaires.* La trypanosomiase des dromadaires est transmise, dans la nature, de deux façons : 1° en pleine campagne, dans le bled, par les taons dont les larves foisonnent dans le sable humide du fond des vallées ; 2° dans les lieux habités, par les stomoxes dont les larves vivent sur le fumier pailleux des écuries. — M. **L. Cavel** : *Le procédé d'épuration par les « boues activées » est-il applicable au système séparatif?* Les expériences de l'auteur montrent sans aucun doute la possibilité de cette application

Séance du 27 Février 1922

M. **E. I. Fredholm** est élu Correspondant de l'Académie pour la Section de Géométrie. — M. **H. Jumelle** est élu Correspondant de l'Académie pour la Section de Botanique.

1° Sciences mathématiques. — M. **T. Carleman** : Sur les séries $\Sigma[A_\nu/(z-\alpha_\nu)]$. — M. **S. Sarantopoulos** : Sur un théorème de M. Landau. — M. **E. Cartan** : *Sur une généralisation de la notion de courbure de Riemann et les espaces à torsion.* Dans un espace à courbure et torsion, la méthode du trièdre mobile permet, comme dans l'espace euclidien, d'édifier une théorie de la courbure des courbes (et même des surfaces). Une ligne droite sera caractérisée par la propriété d'avoir en tous ses points une courbure (relative) nulle, c'est-à-dire de conserver de proche en proche la même direction. La ligne droite n'est plus alors nécessairement le plus court chemin d'un point à un autre ; elle l'est dans les espaces dépourvus de torsion ; elle peut l'être aussi exceptionnellement dans certains espaces doués de torsion. — M. **Ph. Fox** : *Mesure de parallaxes stellaires à l'Observatoire de*

Deadborn (Etats-Unis). — M. **Th. Moreux** : *Sur une nouvelle théorie de la formation des nébuleuses spirales et du système solaire.* L'auteur considère une masse attirante (soleil ou étoile) immobile au sein de météores animés par rapport à elle d'un mouvement *relatif* à vitesse constante et qui décrivent des trajectoires parallèles. Ceux-ci seront, suivant les conditions, captés directement ou indirectement. Si l'on suppose ensuite la masse attirante animée d'un mouvement de rotation se communiquant de proche en proche, on assiste alors à la formation de deux branches spirales opposées, caractéristiques de la plupart des nébuleuses. — M. **G. Perrier** : *Compensation des différences d'altitude d'une chaine de triangles de premier ordre. Application à la triangulation de l'arc méridien de l'Equateur.*

2° Sciences physiques. — M. **Miramond de Laroquette** : *Mesure du pouvoir moyen de pénétration d'un faisceau de rayons X par un nouveau procédé radiochromométrique.* L'auteur décrit sous le nom de grille sclérométrique un dispositif qui n'a pas seulement pour but d'indiquer le degré de pénétration moyen, mais permet de suivre de mm. en mm. d'aluminium, ou approximativement de cm. en cm. dans les tissus l'absorption du rayonnement. — M. **P. de la Gorce** : *La mesure des puissances par l'électrodynamomètre différentiel.* La méthode consiste essentiellement à équilibrer la puissance à déterminer, ou une fraction connue de celle-ci, par une autre puissance aisément accessible aux mesures (puissance dissipée dans un circuit non inductif convenablement réalisé), et à utiliser à cet effet un électrodynamomètre à miroir de grande sensibilité. — M. **A. Poucholle** : *Contribution à l'étude de la trempe.* La trempe est caractérisée par le rejet du point de transformation Ar_1 à basse température. L'amplitude de l'accident Ar_1 diminue : *a*) par l'élévation de température jusqu'à une valeur nulle qui correspond au dédoublement de la transformation ; *b*) la température restant la même, par la durée de chauffe. — M. **P. Job** : *Etude électrométrique de l'hydrolyse, sous l'action de la baryte, de quelques complexes aminés du cobalt.* L'auteur arrive aux conclusions suivantes : 1° le nitrate sulfopentammine ne contient pas d'eau de constitution ; la concentration des ions OH croît régulièrement quand on ajoute à sa solution une solution de baryte ; 2° le chlorure roséo contient 1 mol. d'eau de constitution ; par addition de baryte, la concentration des ions OH augmente d'abord lentement, puis brusquement quand la molécule d'eau a été entièrement chassée du complexe par le groupement OH ; 3° le chlorure roséo contient 2 molécules d'eau de constitution. — M. **Chapas** : *Solubilité des acides toluiques isomères dans les trois xylènes.* L'acide *p*-toluique est peu soluble dans les trois xylènes ; l'acide *m*-toluique possède la solubilité la plus grande, mais peu différente de celle de l'acide *o*-toluique. — MM. **J. B. Senderens** et **J. Aboulenc** : *Préparation catalytique des cyclohexanetriols.* Les auteurs ont préparé les cyclohexanetriols par hydrogénation catalytique, en présence du Ni et sous pression, des solutions aqueuses ou alcooliques des triphénols correspondants. — MM. **M. Godchot** et **P. Brun** : *Sur quelques dérivés de la subérone.* Ces dérivés ont été obtenus en soumettant cette cétone cycloheptanique à l'action condensante de l'hydrure de calcium. — M. **Eug. Grandmougin** : *Sur les isatines halogénées.* L'auteur a préparé un certain nombre d'isatines halogénées par oxydation des indigos halogénés, et déterminé leur constitution par distillation avec les alcalis caustiques. Il a d'autre part mesuré leur absorption dans l'ultra-violet à l'aide d'un spectrographe. — MM. **Warcollier** et **Le Moal** : *Disparition progressive de l'acide sulfureux libre dans un jus de pommes conservé.* Sous l'action d'un mélange oxydant, comme dans les jus de pommes pourries sous l'action des diastases oxydantes des moisissures, il se forme aux dépens des sucres et des matières pectiques des jus de nouveaux corps, aldéhydiques ou cétoniques, aptes à fixer de grandes quantités de SO^2. Il en résulte que, quand on voudra sulfiter des jus de pommes en cidrerie pour les conserver à l'état doux pendant une longue période, il conviendra de n'utiliser que des jus sains. — M. **A. Schoep** : *Sur la dewindtite, nouveau minéral radioactif.* Ce minéral, jaune canari, provient de Kasolo (Katanga), où il est mélangé à la chalcolite. Il répond à la formule $4\,PbO.\,8\,UO^3.\,3\,P^2O^5.\,12\,H^2O$.

3° Sciences naturelles. — M. **Ch. Jacob** : *La structure du Nord Annam et du Tonkin.* L'auteur distingue dans ces régions trois ensembles superposés : le substratum (avant-pays et éléments autochtones, ceux-ci en fenêtres sous la série intermédiaire), la série intermédiaire (terrains secondaires, principalement schisto-gréseux) et les nappes charriées. — M. **J. Savornin** : *Observations stratigraphiques et tectoniques à la frontière nord-est du Maroc.* — M. **J. Thoulet** : *Sur les lignes neutres de sédiments sous-marins.* La mer, par son agitation, est un instrument de triage des éléments minéraux meubles qu'elle contient, agissant avec autant de puissance que de délicatesse et de précision. Il existe une agitation caractéristique de sable, une agitation de sable vaseux, de vase très sableuse, de vase sableuse, etc. Il n'y a pas qu'une seule ligne neutre, mais bien un grand nombre qui, juxtaposées les unes aux autres, se succèdent en ordre constant et par degrés insensibles selon la loi de Lavoisier. — MM. **A. Nemec** et **F. Duchon** : *Sur une méthode indicatrice permettant d'évaluer la vitalité des semences par voie biochimique.* L'activité de la catalase de la graine est étroitement liée avec son énergie vitale. Le volume d'oxygène dégagé par la catalase et mesuré sous des conditions comparables de température, de concentration de H^2O^2 et sur une quantité suffisante de farine, décroît régulièrement avec l'affaiblissement de la faculté germinative de la graine. — M. **L. Mercier** : *Contribution à l'étude de la régression d'un organe : les muscles vibrateurs du vol* d'Apterina pedestris *Meig pendant la nymphose.* Bien que les muscles vibrateurs du vol fassent défaut chez l'imago d'*A. pedestris*, des ébauches de ces muscles peuvent apparaître chez la nymphe. L'importance de ces ébauches est subordonnée à l'apport des myoblastes constructeurs ; lorsque ceux-ci ne prolifèrent pas, les ébauches ne se constituent pas. — M. **L. Roule** : *Sur un genre de poisson abyssal japonais très rare nouvellement retrouvé dans l'océan Atlantique nord-africain.* L'auteur a étudié

un poisson capturé devant Agadir et appartenant au genre *Ijimaia*, créé pour un unique échantillon pêché au Japon, dans la mer de Sagami. Il constitue une espèce nouvelle, *I. Loppei*. La famille des Atéléopidés à laquelle il appartient paraît avoir les affinités les plus directes, non avec les Blenniformes, mais avec les Gadiformes. — M. **Th. Monod** : *Sur la morphologie des pièces buccales chez le mâle* d'Akidognathia halidaii (*Bate and Westwood*). L'auteur a découvert chez le mâle de *Paragnathia halidaii* le rudiment d'appendices maxillaires qu'il considère comme représentant l'appendice du Ve segment (premières mâchoires). Cette découverte autorise la réunion du genre *Paragnathia* au genre *Akidognathia*, dont il était précisément séparé par la présence de mâchoires dans le second et son absence dans le premier. — MM. **A. Policard** et **G. Mangenot**: *Action de la température sur le chondriome cellulaire. Un critérium physique des formations mitochondriales.* Il semble que dans toutes les cellules, animales ou végétales, les mitochondries ne peuvent supporter sans disparaître des températures supérieures à 48°-50°. En dehors de sa signification biologique, probablement considérable, ce caractère constitue un moyen précis et commode pour se rendre compte de la nature mitochondriale d'une formation cellulaire. — MM. **H. Grenet** et **H. Drouin** : *Sur un composé bismuthique de la série aromatique et son activité thérapeutique.* Les auteurs ont expérimenté, en injections intraveineuses et par la voie hypodermique, un dérivé phénolique du bismuth. Ils ont obtenu la disparition des lésions syphilitiques primaires, secondaires et tertiaires avec une rapidité comparable à celle que donnent les arsénobenzènes.

Séance du 6 Mars 1922

M. le Secrétaire perpétuel annonce le décès de M. **Max Noether**, Correspondant pour la Section de Géométrie.

1° Sciences mathématiques. — M. **G. Julia** : *Nouvelles applications de la représentation conforme aux équations fonctionnelles.* — M. **H. Villat**: *Sur un problème nouveau concernant les fonctions analytiques et la représentation conforme.* — M. **R. Lagrange** : *Sur l'application des variétés d'ordre* p *dans un espace* x *d'ordre* n. — M. **B. Gambier** : *Correspondances ponctuelles déduites de l'étude des trois formes quadratiques fondamentales de deux surfaces.* — M. **G. Prévost** : *Détermination des coefficients dans le développement en polynômes de Laplace d'une fonction de deux variables.* — M. **A. Planiol**: *Rendement organique des moteurs à combustion interne.* L'auteur montre la nécessité absolue d'introduire dans le calcul de ce rendement deux nouveaux facteurs déterminants de la variation des pertes organiques, qui sont les effets d'inertie des pièces à mouvements alternatifs, et les pertes causées par les résistances à l'écoulement des gaz transvasés de l'atmosphère dans le cylindre, et vice versa. — M. **G. Camichel** : *Sur les surfaces de discontinuité.* Les expériences de l'auteur montrent qu'il existe, en général, un potentiel des vitesses dans la plus grande partie d'une masse d'eau en mouvement. — MM. **Ch. Nordmann** et **Le Morvan** : *Observation d'un phénomène singulier que présente l'étoile θ de la Grande Ourse.* L'étoile θ de la Grande Ourse est anormale; bien que voisine du type solaire par ses raies spectrales, elle présente une répartition de l'intensité, une température effective voisine de celles des étoiles très chaudes à hydrogène. Ce cas est exactement l'opposé de celui de 13 Céphée.

2° Sciences physiques. — M. **Labussière** : *Sur l'existence géométrique d'un invariant général des faisceaux de rayons se réfractant suivant la loi de Descartes, et ses applications à l'Optique géométrique et au rayonnement.* — M. **Ed. Belin** : *Sur la transmission télégraphique des photographies, dessins et écritures.* L'auteur décrit les appareils qu'il emploie pour cette transmission, dont le principe consiste : au départ, à traduire les variations de relief en variations électriques d'intensités correspondantes; à l'arrivée, à traduire les variations d'intensités électriques en variations lumineuses correspondantes; enfin, à assurer le parfait synchronisme des organes correspondants des deux postes. — M. **G. Claude** : *Sur l'élimination de la chaleur de réaction dans la synthèse de l'ammoniaque par les hyperpressions.* La méthode de l'auteur consiste à introduire les gaz dans le tube de catalyse sans avoir été échauffés au préalable; ils sont échauffés dans l'intérieur du tube aux dépens de la réaction, à mesure que celle-ci se produit. — MM. **G. Chaudron** et **G. Juge-Boirard** : *Sur le dosage du soufre dans les pyrites de fer.* Les variétés de pyrite de fer facilement attaquables par l'eau régale, marcassite ou pyrite contenant d'autres sulfures, en particulier de cuivre et de zinc, donnent dès que la température dépasse 60° une séparation de soufre; si la réaction se fait à froid, on observe, par contre, une oxydation totale du soufre. Cette méthode est donc à préconiser pour le dosage de S, malgré sa durée plus longue. — M. **Hervé de Pommereau** : *Sur la réduction du benzoate d'éthyle et de quelques autres composés benzéniques par le sodium et l'alcool absolu.* L'étude de la réduction par le sodium et l'alcool d'un certain nombre de composés benzéniques indique que, seuls, les noyaux auxquels est directement fixé un groupement carboxyle sont facilement réduits. — MM. **M. Sommelet** et **J. Guioth** : *Hydrogénation formique des sels quaternaires d'hexaméthylènetétramine.* L'acide formique réagit comme hydrogénant sur les sels quaternaires d'hexaméthylènetétramine avec formation d'amines tertiaires diméthylées à l'azote. — M. **P. Nottin** : *Solubilisation et dégradation diastasique des matières azotées du maïs; application aux fabriques de levure.* Pour disposer du maximum de matières azotées assimilables par la levure, il faut éviter de tuer par la chaleur les enzymes contenus dans le maïs cru. Cette manière de faire est en opposition avec la nécessité de transformer en empois l'amidon que l'amylase du malt va saccharifier. L'auteur indique le moyen de concilier les deux choses.

3° Sciences naturelles. — M. **A. Allix** : *Observations sur la sculpture du relief par les glaces.* — MM. **A. Guilliermond** et **G. Mangenot** : *Sur la signification de l'appareil réticulaire de Golgi.* Les auteurs admettent que l'appareil réticulaire de Golgi, tout au moins

dans sa forme typique, n'est pas un artifice de préparation ; c'est bien un constituant morphologique de la cellule. Les auteurs le considèrent comme superposable au trophosponge d'Holmgren, et assimilent ces deux formations à certaines figures de l'évolution des vacuoles. — M. **P. Georgévitch** : *L'origine du centrosome et la formation du fuseau chez le* Stypocaulon scoparium *(L.) Kutz.* Dans les cellules apicales de *Stypocaulon*, le centrosome est d'origine intranucléaire et prend naissance de la masse nucléolaire. — M. et Mme **G. Villedieu** : *Contribution à l'étude des bouillies cupriques.* Toutes les bouillies, en dehors de leur alcalinité ou de leur acidité, peuvent agir par la simple solution de sels adjoints aux sels de cuivre : sulfate de calcium pour les bouillies bordelaises ou sulfate de sodium dans les bouillies bourguignonnes, auxquels viennent s'ajouter les sels déposés par les eaux ayant servi à leur préparation. Sans le concours problématique du cuivre, ce simple fait suffit à expliquer l'action anticryptogamique de ces bouillies. — Mme **A. Pruvot** : *Sur un type nouveau et remarquable de Gymnosomes* (Laginiopsis n. g.). L'auteur décrit un nouveau Gymnosome, bien caractérisé d'ailleurs, mais qui présente une régression des parties buccales allant jusqu'à la disparition complète de tous les organes préhensiles, et montre dans tout le tube digestif des anomalies remarquables qui ont leur répercussion sur le système nerveux. — MM. **Ch. Oberthür** et **C. Houlbert** : *Convergence ou variation parallèle dans le genre* Halimede. Les auteurs ont observé, pour deux espèces bien définies, *H. asiatica* et *H. Menetriesi*, deux schémas de variations parallèles absolument concordants. Ces deux thèmes de variations se retrouvent d'ailleurs dans les genres *Arge*, *Melanargia*, *Parce* ; ils répondent donc à une loi biologique générale que les auteurs se proposent d'étudier. — M. **M. Aron** : *Sur le déterminisme des caractères sexuels secondaires chez les Urodèles.* Réponse aux critiques de M. Champy. — M. **J. Benoit** : *Sur les conditions physiologiques relatives à la parure nuptiale périodique chez les Oiseaux.* Il existe une corrélation étroite entre l'état de la glande interstitielle testiculaire et l'état de la parure nuptiale. Quand la parure nuptiale est complètement développée, les cellules interstitielles sont volumineuses et en plein travail sécrétoire. Il n'existe aucune corrélation entre ce même caractère sexuel et la glande séminale intratubulaire. — M. **F. Maignon** : *Utilisation des diastases tissulaires pour la détermination de l'organe dont l'insuffisance fonctionnelle est la cause d'un état pathologique déterminé.* L'emploi de la spécificité des diastases tissulaires a permis à l'auteur de conclure que la maladie de Basedow est un syndrome qui peut relever de causes multiples, que l'eczéma relève d'une insuffisance hépatique et certains troubles digestifs d'une insuffisance thyroïdienne.

SOCIÉTÉ FRANÇAISE DE PHYSIQUE

Séance du 17 Février 1922

M. **Holweck** : *Détermination directe des potentiels relatifs « aux niveaux » d'énergie d'un atome. Nouvelle mesure de la constante h de Planck.* Un atome peut être caractérisé, d'après le schéma de Rutherford-Bohr, par les énergies W_K, W_L, W_M... relatives aux différents niveaux d'énergie sur lesquels circulent les électrons entourant le noyau positif. Ces niveaux d'énergie, auxquels correspondent les discontinuités d'absorption, sont des grandeurs caractéristiques de l'atome plus simples que les raies d'émission qui font intervenir deux niveaux. D'autre part on peut choisir, comme grandeurs caractéristiques de l'atome, au lieu des énergies W_K, W_L, W_M..., les potentiels V_K, V_L, V_M... nécessaires pour extraire un électron du niveau correspondant et l'éloigner à l'infini. On a la relation : $W_K = eV_K$, etc., e étant la charge élémentaire. Si une méthode expérimentale précise permet de mesurer directement V_K, nous aurons le moyen d'évaluer les grandeurs fondamentales de l'atome indépendamment des valeurs numériques des constantes h et N, lesquelles interviennent si l'on veut, soit calculer la fréquence de la radiation correspondante par la relation d'Einstein, soit mesurer la fréquence par diffraction des rayons sur un cristal de composition, forme et densité connues. Une méthode particulièrement simple pour déterminer directement les potentiels caractéristiques est la suivante : Si l'on détermine la transparence T d'un corps pour les rayons X produits en arrêtant, sur une anode, un faisceau d'électrons lancés par une différence de potentiel V (T étant le nombre qui mesure l'intensité des rayons traversant le corps, le rayonnement incident étant égal à 100), la courbe $T = f(V)$ présentera un point singulier au moment où V prendra la valeur : $V = W_K/e$. En effet à ce moment le quantum de la radiation de plus courte longueur d'onde émise par l'anode sera égal à W_K et, par conséquent, suffisant pour expulser un électron du niveau K. Il en résultera un brusque ressaut dans la valeur du coefficient d'absorption de la substance considérée. Le point singulier sera d'autant plus net que les rayons auront été plus filtrés, c'est-à-dire contiendront une proportion plus grande de radiations intéressant l'extrémité du spectre continu du côté des hautes fréquences. L'auteur décrit l'appareil qu'il utilise pour l'application de cette méthode, puis indique quelques-uns des résultats obtenus : *Potentiel critique K de l'aluminium.* Trois déterminations ont été faites. Dans la troisième, les rayons étaient considérablement filtrés au travers de 32.10^{-4} cm. d'acétate de cellulose qui laissait passer moins de 1/100 du rayonnement incident. La discontinuité, très nette, a été trouvée à 1.555 ± 10 volts. *Potentiel critique L^1 de l'aluminium.* La feuille d'aluminium employée avait $6,3.10^{-5}$ cm. d'épaisseur environ (aluminium battu). La filtration des rayons était uniquement faite par la feuille étanche de celluloïd qui avait $0,8.10^{-5}$ cm. d'épaisseur. La discontinuité, très franche, se place à $64,0 \pm 2$ volts, soit $\lambda = (193,5 \pm 4).10^{-8}$ cm. Ce nombre est en bon accord avec celui déduit, d'après le principe de combinaison, de la raie $K\alpha_1$ et de la discontinuité K et avec celui calculé par extrapolation, suivant la loi de Moseley, de la raie $L\beta_1$, dont la discontinuité L_1 est voisine. La valeur observée directement est vraisemblablement la plus précise. Il est à remarquer que la discontinuité L_1 de l'aluminium tombe dans le domaine des radiations ultraviolettes étudiées par Millikan (longueur d'onde

minimum 140.10^{-8} cm.). *Mesure de la constante h.* Si l'on détermine par l'angle de diffraction des rayons sur un cristal de constante réticulaire connue, la fréquence ν d'une discontinuité d'absorption et si l'on mesure le potentiel correspondant V, on a les éléments pour calculer h. Hugo Fricke a déterminé, au moyen du spectrographe de Siegbahn, la longueur d'onde des discontinuités K d'un certain nombre d'éléments légers, de l'aluminium en particulier. Il a trouvé pour AlK, $\lambda = 7,9470.10^{-8}$ cm., en se servant comme références de $WL\alpha_1, \lambda = 1,4735$ et de $SnL\alpha_1, \lambda = 3,5929$. Le potentiel critique K étant 1555 ± 10 volts, et en prenant pour la charge élémentaire la valeur $4,774.10^{-10}$, on trouve pour h $(6,55 \pm 0,02).10^{-27}$. L'erreur porte principalement sur la détermination du potentiel critique. La précision sur la détermination du potentiel critique est susceptible d'être accrue en améliorant, par des mesures croisées, le tracé de la courbe $T = f(V)$. — MM. **J. Villey et M. Courtines** : *Sur l'utilisation des barovariomètres à écoulement capillaire.* L'appareil, bien connu, comporte une enceinte thermiquement isolante communiquant avec l'atmosphère par un tube capillaire et un manomètre sensible, dont les indications sont directement liées au taux de variation dP/dt de la pression extérieure. Il est susceptible d'applications très variées qui ont conduit les auteurs à étudier en détail les divers facteurs qui influent sur la précision et la sensibilité de ce dispositif. L'étude des régimes permanents (x = constante, x étant l'indication du manomètre) définit la sensibilité de l'appareil, égale au produit de la sensibilité du manomètre par un coefficient qu'on peut appeler la sensibilité du vase à fuite. Cette sensibilité aux variations de pression est inversement proportionnelle à la pression extérieure P. L'étude des régimes permanents (x non constant) introduit la notion d'inertie de l'appareil. On commet des « erreurs de mesure » quand on interprète la lecture x comme liée à dP/dt par le facteur de proportionnalité (sensibilité) des régions permanentes. Quand on augmente la sensibilité (ce qui est facile dans des proportions très considérables), on augmente simultanément les effets d'inertie. L'étude des perturbations dues aux actions mécaniques (rotations relatives de la pesanteur apparente) conduit à préférer, pour la réalisation des très grandes sensibilités, le manomètre différentiel à tige verticale : l'alcool éthylique et les pétroles plus ou moins denses fournissent des couples de liquides très avantageux. Il peut même être particulièrement intéressant d'utiliser un manomètre dérivé de celui-là, où les deux liquides deviennent identiques et sont séparés par un simple index d'un autre liquide non miscible : l'index se déplace dans un tube horizontal de faible section s et traduit par de très grands déplacements x les dénivellations très faibles entre les deux surfaces libres de section S.

SOCIÉTÉ CHIMIQUE DE FRANCE

Séance du 10 Février 1922

MM. C. Matignon et M. Fréjacques : *Sur la transformation de l'ammoniac en urée.* Les auteurs ont fait l'étude cinétique de la réaction de transformation du carbamate en urée : $CO^2.2NH^3 = H^2O + CO(NH^2)^2$. A une même température, la marche de la transformation présente au début une anomalie : la vitesse de réaction est accélérée au lieu d'être retardée comme l'exigerait le rôle des masses actives. Les auteurs ont trouvé l'explication de cette anomalie dans la présence de l'eau formée pendant la réaction, qui joue au début un rôle catalyseur progressivement croissant en raison de son apparition progressive. La température active rapidement la réaction : par exemple, après 4 heures, les proportions transformées sont de 1 % à 130°, 6 % à 135° et 41 % à 145°. De plus, le rendement à l'équilibre augmente avec la température et ne passe pas par un maximum à 135° comme on l'avait annoncé. Les catalyseurs hydratants comme la thorine, l'alumine, la silice, le kaolin augmentent notablement la vitesse, surtout aux températures les plus basses ; mais cette action devient pratiquement négligeable vers 150°. A 130°, la proportion d'urée formée est de 4,2 % sans catalyseur, et de 13,5, 14,2 et 15,3 % avec l'alumine, la silice, le kaolin. Des essais pour trouver un agent capable de s'emparer de l'eau en vue de supprimer l'équilibre et de réaliser une transformation complète sont restés sans résultats. L'urée ainsi préparée est très pure, elle fond à 133°. A partir des données précédentes, il a été permis d'établir logiquement et sûrement une méthode de fabrication de l'urée à partir de l'ammoniaque, problème qui prend un grand intérêt, puisqu'il transforme l'ammoniaque en un engrais azoté beaucoup plus concentré. — **M. Leroide** : *Contribution à l'étude des propriétés des éthers-sels αα-disubstitués.* Les cétones αα-disubstituées donnent avec les magnésiens propyliques des alcools secondaires et du propylène au lieu d'alcools tertiaires, produits normaux de la réaction. Il y avait lieu de penser que les éthers-sels de même constitution conduiraient à des résultats analogues. L'expérience le vérifie : l'auteur a préparé à partir de l'éther pivalique et des magnésiens éthylique, *n*-propylique et *n*-butylique les alcools secondaires suivants : Ethylpseudobutylcarbinol Eb. = 140-148° impur ; phényluréthane F. 83°. Propylpseudobutylcarbinol Eb. = 153-156° sous 755 mm. ; phényluréthane F. 68-69°. Pseudobutylbutylcarbinol Eb. = 76-79° sous 16 mm. ; phényluréthane F. 65°. L'αα-diméthylmalonate d'éthyle donne avec le chlorure de propylmagnésium un glycol bi-secondaire, le diméthyl-5.5-nonanediol-4.6 fondant à 73° et bouillant à 150-152° sous 18 mm. et surtout des produits de coupure. Enfin, l'auteur montre que le remplacement d'un radical méthyle par une fonction éther oxyde ou par une fonction alcool tertiaire, maintient à la réaction son caractère ordinaire ; il y a formation d'alcool tertiaire. — **M. G. Mignonac** : *Sur l'hydrogénation des cétimines et des cétisocétimines.* Par hydrogénation catalytique effectuée en milieu liquide (alcool absolu), en présence de nickel réduit, l'auteur a réalisé à basse température (15-20°) la fixation de l'hydrogène sur les cétimines RR'C : NH et préparé par cette voie des amines correspondantes. Les cétisocétimines, bases résultant de la condensation des cétimines avec élimination de gaz ammoniac, traitées dans les mêmes conditions, conduisent aux amines secondaires $R'CH^2CHR.NH$.

CHR.CH²R'. — M. **G. Mignonac** : *Sur la déshydrogénation des amines.* L'auteur montre que la déshydrogénation des amines sur le nickel, à la température de 190-230°, a lieu en passant par l'intermédiaire de l'imine (RCH : NH ou RR'C : NH) et qu'elle peut être représentée par l'équation :

$$RCH^2NH^2 \rightleftarrows RCH : NH + H^2 \rightleftarrows RC \equiv N + H^2.$$

Dans les cas où l'on n'a pu isoler l'imine, on a mis sa formation en évidence en entraînant par un courant d'azote, sur le nickel chauffé, un mélange d'amine et d'eau. Dans ces conditions on constate la production de l'aldéhyde ou de la cétone résultant de l'hydratation de l'imine. M. Mignonac pense que la formation des amines secondaires et tertiaires, observée chaque fois que l'on produit une amine primaire par la méthode de MM. Sabatier et Senderens, est liée à la condensation de l'imine et résulte de l'hydrogénation des produits de condensation. — M. **E. André** présente à la Société un *appareil à fractionnements pour distillations sous pression réduite.* Son fonctionnement, très simple, repose sur l'emploi de deux trompes à eau.

SOCIÉTÉ DE BIOLOGIE

Séance du 25 Février 1922

MM. **Loeper** et **Debray** : *L'accroissement de l'activité peptique du sérum dans l'imperméabilité rénale.* Le pouvoir peptique du sérum augmente dans l'imperméabilité rénale, clinique et expérimentale; cette augmentation va de pair d'ailleurs avec celle de l'amylase et une rétention indiscutable. — M. **L. Cruveilhier** : *Vaccinothérapie dans le chancre mou.* L'auteur a traité avec succès des chancres mous au moyen de la méthode des auto-vaccins.

Séance du 4 Mars 1922

Mmes **M. Lapicque** et **M. Nattan-Larrier**: *Action de l'adrénaline sur l'excitabilité musculaire et sur la fatigue.* L'adrénaline a pour effet de diminuer la chronaxie de tous les tissus musculaires et nerveux considérés, ainsi que la fatigue consécutive à des excitations répétées. — M. **F. d'Hérelle** : *Sur la présence du Bactériophage dans les leucocytes.* Le bactériophage, loin d'être produit par les leucocytes, est phagocyté et détruit par eux. Ce seul fait suffirait pour montrer qu'il ne peut être d'origine leucocytaire, et cette destruction intra-leucocytaire donne la raison de sa rareté au sein de l'organisme. — M. **J. Turchini** : *Nature muqueuse des cellules à mélanine de la glande du noir de la Seiche* (Sepia officinalis *L.*) *et mécanisme de l'excrétion du pigment.* La cellule à mélanine de la glande du noir est de nature muqueuse. Pour cette raison, elle acquiert, contrairement à l'immense majorité des mélanoblastes connus, le curieux pouvoir d'excréter le pigment qu'elle forme. Les grains mélaniques sont mis en liberté au niveau de la zone orificielle de la glande, en même temps que le mucus, lorsque cette substance a distendu et fait éclater la cellule. — MM. **R. Debré** et **H. Bonnet** : *L'intradermoréaction tuberculinique au cours de la tuberculose expérimentale du cobaye.* L'intensité de l'intradermoréaction est exactement proportionnelle à l'intensité de la lésion locale; la persistance d'une intradermoréaction positive est d'autant plus durable que le cobaye est plus gros.

SOCIÉTÉ ROYALE DE LONDRES

Séance du 8 Décembre 1921

Sciences physiques. — Lord **Rayleigh** : *La ligne de l'aurore boréale dans le spectre du ciel nocturne.* L'auteur a retrouvé 2 nuits sur 3 la ligne de l'aurore boréale λ-5.578 dans le spectre du ciel nocturne photographié à Londres et à Newcastle ; l'intensité de cette ligne semble aller en augmentant vers le Sud. Elle serait donc due à une cause différente de l'aurore boréale, et encore inconnue. — M. **H. P. Varan** : *Nouvelle forme d'interféromètre.* L'auteur emploie comme interféromètre à plaques parallèles une couche mince de liquide transparent (huile de ricin) flottant sur du mercure. — M. **J. W. Gifford** : *Pression atmosphérique et indices de réfraction.* L'auteur a calculé la correction qui permet de ramener les indices de réfraction pour diverses longueurs d'onde à la pression normale et à une température quelconque aux indices à pression et température normales (15° C.). — M. **H. Harle** : *Les viscosités des acides halogénhydriques.* L'auteur a déterminé les coefficients de viscosité de ces acides à l'état gazeux par la méthode du passage continu à travers un tube capillaire. — M. **W. D. Womersley** : *L'énergie dans l'air, la vapeur et CO^2 de 100° à 2.000° C.* L'auteur a étudié au moyen du calorimètre enregistreur d'Hopkinson l'explosion de H et CO mélangés d'air ou d'oxygène. — MM. **E. F. Armstrong** et **T. P. Hilditch** : *Etude des actions catalytiques sur les surfaces solides.* VII. *Influence de la pression sur la vitesse d'hydrogénation des liquides en présence de nickel.* Cette influence dépend du type de composé organique en expérience. Les composés éthyléniques simples sont hydrogénés à un taux presque proportionnel à la pression absolue de l'H. Si le composé non saturé contient un autre groupe qui a de l'affinité pour le Ni, mais non hydrogénable, l'augmentation de pression de l'H provoque une augmentation du taux d'absorption de ce dernier. — Lord **Rayleigh** : *Etude de la luminescence du phosphore.* La luminosité intermittente ou périodique qu'on observe en enlevant les dernières traces d'oxygène de l'air au moyen du phosphore, ou en laissant entrer lentement l'air dans un tube à vide contenant du P, ne se produit qu'en présence de vapeur d'eau. Une dessiccation modérée rend la luminescence parfaitement continue. La vapeur d'eau a donc le pouvoir d'empêcher la combinaison de la vapeur de P avec O dans certaines limites. D'autres substances (camphre, NH^3, etc.) possèdent la même propriété inhibitrice.

Le Gérant : Gaston Doin.

Sté Gle d'Imp. et d'Ed., rue de la Bertauche, 1, Sens.

33e ANNÉE N° 7 15 AVRIL 1922

Revue générale des Sciences pures et appliquées

FONDATEUR : LOUIS OLIVIER

DIRECTEUR : J.-P. LANGLOIS, Professeur au Conservatoire national des Arts-et-Métiers, Membre de l'Académie de Médecine

Adresser tout ce qui concerne la rédaction à M. J.-P. LANGLOIS, 8, place de l'Odéon, Paris. — La reproduction et la traduction des œuvres et des travaux publiés dans la *Revue* sont complètement interdites en France et en pays étrangers y compris la Suède, la Norvège et la Hollande

CHRONIQUE ET CORRESPONDANCE

§ 1. — Physique

A propos de la théorie d'Einstein.— Il y a dans la théorie d'Einstein des affirmations singulières, dont le sens demanderait à être précisé. D'après la théorie, la présence d'un champ de gravitation empêche l'espace-temps d'être euclidien; par voie de conséquence, l'espace ordinaire, qu'on obtient en ne faisant pas varier le temps, n'est pas euclidien non plus.

Ceci n'est pas clair et, bien que les partisans d'Einstein se réclament de Poincaré, ceci est en contradiction avec ce que Poincaré dit de l'espace, qu'il n'est par lui-même ni euclidien, ni non euclidien. Cela dépend de ce qu'on nomme distance. Là-dessus on ne peut pas m'objecter que la distance est effectivement ce qu'on mesure avec les solides naturels, et que c'est cette distance-là qui n'est plus euclidienne. Dans un champ de force, il n'y a plus de distances naturelles, car les corps solides subissent des déformations; une barre d'acier suspendue par en haut est allongée par le champ de la pesanteur, soutenue par en bas elle est raccourcie; elle fléchit si on la met horizontale sur deux appuis, et cesse d'être rectiligne. Il n'y a point en réalité de corps invariable; la notion de corps invarable est une notion purement abstraite, suggérée par les corps réels, sans doute, mais n'ayant pas plus de réalité dans la nature que les gaz parfaits par exemple. Vous ne pouvez pas dire qu'un champ de force modifie cette notion.

La conception einsteinienne du temps n'est pas claire non plus. Puisqu'il n'y a pas de temps absolu, pourquoi dans la formule qui donne le ds^2 dans le champ d'un corps attirant, Einstein envisage-t-il t comme donnant le temps exact? Les moyens de mesurer le temps sont multiples; dans un champ de force intense, ils ne concorderont peut-être plus. Pour calculer la déviation de la lumière, ou le mouvement du périhélie de Mercure, on élimine le temps, ce qui fait que sans inconvénient on peut le remplacer par une autre variable. C'est peut-être la raison pour laquelle le 3e critère, par la période de vibration de la particule, ne réussit pas comme les deux autres.

On pourra, je crois, débarrasser la théorie d'Einstein de ces interprétations qui la rendent obscure. Il faudrait l'envisager d'une façon très abstraite comme il suit :

Un point événement dans l'univers est caractérisé par 4 variables x, y, z, u. On peut faire des changements de variables, en prendre d'autres X, Y, Z, U, fonctions des premières.

Si deux points événements ont mêmes valeurs de x, y, z avec deux valeurs différentes de u, on dit qu'ils ont lieu à la même place par rapport au premier système. S'ils ont mêmes valeurs de X, Y, Z avec des valeurs différentes de U, on dit qu'ils ont lieu à la même place dans le second système.

De même, si u a la même valeur pour deux points-événements, on dit qu'ils sont simultanés dans le premier système; si U a la même valeur, ils sont simultanés dans le second système.

Partant de là, on peut dire: Les lois naturelles se formuleront en écrivant des équations différentielles en x, y, z, u.

Ces équations différentielles pourront s'obtenir en égalant à zéro la variation d'un intégrale $\int ds$, où ds^2 est une forme quadratique différentielle en x, y, z, u.

Si on veut avoir les lois avec les variables X, Y, Z, U, il faudra faire le changement de variables dans les premières équations différentielles. On pourra, et ce sera généralement plus commode, faire le changement de variables dans ds^2 et chercher, pour l'égaler à zéro, la variation de la nouvelle intégrale $\int ds$. On trouvera les mêmes équations. Cela ne détermine pas du tout la forme quadratique qu'il faut choisir.

Les considérations qui font choisir à Einstein son ds^2 renferment beaucoup d'arbitraire. S'il existe une relation entre les coefficients du ds^2 et leurs dérivées qui soit vraie quelles que soient les coordonnées, cette relation doit être invariante ; c'est là une tautologie, et cela ne donne rien du tout ; je ne vois pas pourquoi une pareille relation existerait.

Bref, l'observation et l'expérience me paraissent obligatoires pour compléter la théorie.

Mais alors la théorie n'a pas la portée qu'on voudrait lui donner; elle ne remplace pas la Physique par une sorte de Géométrie, elle n'est qu'un principe présentant des analogies avec le principe de la moindre action, ou le principe d'Hamilton, ou d'autres principes analogues qui donnent les lois d'un phénomène par l'annulation de la variation d'une intégrale.

J. Richard,
Dr ès Sciences.

§ 2. — Art de l'Ingénieur

L'utilisation des chaleurs perdues dans les centrales électriques. — L'attention a trop souvent été attirée sur les pertes considérables que représente la transformation de l'énergie calorifique des combustibles, du charbon particulièrement, en énergie électrique, dans les usines à vapeur, pour qu'il soit encore nécessaire aujourd'hui d'y insister.

La plupart des installations génératrices d'électricité ne fonctionnent qu'avec un rendement pratique de 7 à 8 °/o au maximum : 20 °/o du combustible sont perdus sous les chaudières et les 90 °/o du reste dans les machines à vapeur et électriques.

Il est possible de relever quelque peu le rendement, sinon des chaudières, du moins des équipements de la salle des machines et des génératrices, et de porter le rendement général à quelque 11 ou 12 °/o, ou même à un peu plus que ces chiffres; mais, comparativement aux pertes considérables de la transformation, l'amélioration est peu appréciable.

On commence aujourd'hui à reconnaître que les perfectionnements à réaliser directement, sur les machines motrices et génératrices et sur leurs accessoires, canalisations, auxiliaires, etc., ne seront jamais considérables et qu'il faut chercher ailleurs si l'on veut arriver à un progrès plus sensible.

Une solution que l'on tend actuellement à envisager est celle qu'ont déjà mise en pratique certaines entreprises de l'Etranger, particulièrement en Amérique, et consistant à combiner la centrale électrique avec une installation distribuant de la chaleur, dans un rayon plus ou moins étendu.

Cette tendance est importante à noter, parce qu'elle a pour conséquence de mettre en question certains principes que l'on était porté à considérer comme fondamentaux, notamment celui visant à établir les grandes centrales à proximité d'une voie d'eau, pouvant assurer le refroidissement des machines et condensateurs.

Dans la conception nouvelle, au lieu de choisir, pour la centrale, un emplacement où l'on soit en mesure d'évacuer l'énergie calorifique non utilisable par les machines, on s'occupe de la situer au centre d'une agglomération où cette énergie puisse être employée à des applications utiles, pour le chauffage.

Cette idée vient de faire l'objet d'intéressantes discussions à l'*Institution of Electrical Engineers* de Grande-Bretagne, à la suite de deux rapports présentés par MM. C. Ingham Haden et F. H. Whysall, membres de l'Association.

M. C. I. Haden a tracé la courbe de la quantité d'énergie calorifique nécessaire à chaque instant, pour une agglomération, pendant la journée la plus froide de l'hiver, et, supposant cette énergie fournie par les vapeur d'échappement d'une usine électrique, il a calculé quelle serait à chaque instant la puissance électrique disponible correspondante.

Cette puissance dépasse considérablement, pendant la plus grande partie du jour, l'énergie électrique nécessaire pour l'éclairage de l'agglomération intéressée, et même, sauf au moment de la préparation du dîner, entre 7 et 8, la charge continue de l'éclairage et de la cuisine électrique.

Dans ces conditions, la production de l'électricité pour l'éclairage et la cuisine n'est plus, en fait, qu'accessoire, comparativement à la production de la vapeur et de l'eau chaude, pour la distribution de la chaleur et de l'eau.

La situation est renversée en été : la demande d'énergie électrique pour l'éclairage et pour la cuisine, sans dépasser, dans le total journalier, la demande de vapeur et d'eau, est cependant telle, par moments, que toute la vapeur d'échappement disponible n'est pas utilisée.

On est donc amené à envisager l'adjonction, à l'installation génératrice, d'appareils accumulateurs thermiques, capables d'emmagasiner le surplus d'énergie calorifique disponible aux moments de forte charge électrique; mais cette combinaison n'est profitable, cela va de soi, que s'il y a une demande locale spéciale de vapeur et d'eau.

D'autre part, comme il y a lieu de tenir compte d'une charge d'énergie électrique pour la distribution de la force motrice, on voit qu'en règle générale la quantité de vapeur d'échappement disponible est plus que suffisante et même excessive pour assurer les besoins du chauffage, en vapeur et en eau chaude.

Partant de là, M. C. Ingham Haden estime que la bonne solution consiste à utiliser, pour la production simultanée de l'électricité (en vue de l'éclairage, de la cuisine et de la force), de la vapeur et de l'eau chaude (pour le chauffage), des stations locales, de moyenne puissance, suppléées au moment voulu par une grande centrale, pour le service électrique.

Combattant le projet d'abandonner les petites usines existantes, disséminées dans tous les quartiers de Londres, il préconise en conséquence la conservation de ces

installations — modifiées pour échapper à une pression suffisante — pour la production de la vapeur et de l'eau chaude, ainsi que de l'électricité.

Les remarques de ce spécialiste sont à prendre en considération, d'une façon d'autant plus attentive qu'elles ne sont pas basées sur de simples estimations théoriques, mais bien sur des constatations pratiques, M. Haden ayant depuis plus de dix ans la direction d'une installation mixte de l'espèce qu'il recommande.

Cette installation est celle des St-James's Buildings, de la Calico Printers' Association, à Manchester : en 1911, la société de M. Haden avait reçu mission d'équiper ces bâtiments, au point de vue de la ventilation et du chauffage ; comme l'édifice est proche de l'usine municipale de la Dickinson Street, elle s'arrangea avec cette usine pour lui acheter ses vapeurs d'échappement.

Cette combinaison a permis à la Compagnie intéressée d'économiser environ 800 tonnes de charbon par an, avec une économie correspondante sur les frais de main-d'œuvre (suppression des manipulations de ce combustible), et de simplifier considérablement son outillage.

Celui-ci ne comporte, au lieu de la vaste chaufferie qu'il aurait fallu, qu'un groupe de pompes pour assurer le renvoi de la vapeur condensée à l'usine génératrice, et quelques appareils de mesure, notamment un enregistreur de vapeur du système Lea, et tout le service en est assuré par un seul homme.

Dans la suite, le système adopté pour les St-James's Buildings a été étendu à d'autres bâtiments et les canalisations de vapeur ont été prolongées jusqu'à 200 mètres de distance, en particulier jusqu'au « Refuge » ; ici, et dans d'autres bâtiments, l'eau de condensation est filtrée et employée pour les lavatories.

Il est clair que l'utilisation des vapeurs d'échappement des usines génératrices serait considérablement facilitée s'il était possible de concentrer, autour des stations, des établissements industriels ayant besoin de grandes quantités de vapeur, fabriques de papier, raffineries de sucre, etc., par exemple.

Malheureusement, cette condition n'est pas facilement réalisable dans la pratique, et il convient donc de rechercher le moyen de rendre l'utilisation des vapeurs d'échappement avantageuse, tant pour la centrale que pour les consommateurs, tout en respectant les situations établies.

M. R. E. O. Crompton, commentant le rapport de M. Haden, a fait remarquer, non sans raison, que la situation est moins favorable en Grande-Bretagne, et spécialement à Londres même, qu'en Amérique, particulièrement à New-York, parce que les grands édifices y sont notablement moins nombreux et moins serrés.

Pour obtenir la même charge de chauffage, on doit, dans la plupart des cas, en Grande-Bretagne, couvrir une surface plus vaste, entreprendre une zone d'action dans un rayon notablement plus grand, ce qui ne facilite pas la solution pratique du problème ; d'ailleurs, a fait remarquer M. F. H. Whysall, en Amérique même, on a été amené récemment à abandonner certaines installations mixtes.

M. F. Biggin, président de l'*Institution of Heating and Ventilating Engineers*, a déclaré qu'il existait en Grande-Bretagne plusieurs exemples d'installations de ce genre fonctionnant dans de bonnes conditions ; il a mentionné entre autres celle du Collège Scientifique Impérial de South Kensington.

A Detroit (E.-U.), cependant, la compagnie d'électricité, l'une des plus grandes entreprises électriques du monde, qui avait commencé à distribuer ses vapeurs perdues pour le chauffage public, a renoncé à ce système et elle a créé, pour la distribution du chauffage, des installations génératrices spéciales.

L'une de ces installations possède, depuis la fin de 1921, une chaudière à vapeur qui est la plus puissante du monde ; les conduites de vapeur sont, les unes logées dans des tunnels, les autres enterrées dans le sol, sous une enveloppe calorifuge de 4 cm. d'épaisseur, un revêtement de bois et un massif de béton.

M. A. H. Barker, tout en souhaitant qu'une combinaison telle qu'en envisage M. Haden fût possible, ne croit pas que l'on puisse espérer arriver à un résultat avantageux dans l'ordre d'idées indiqué par ce spécialiste.

Il signale que des mesures systématiques faites dans quelques habitations ouvrières de Londres ont montré que la quantité d'énergie calorifique à fournir par habitation ne dépasse pas 80 B. T. u. par jour, pendant la saison la plus froide. **H. M.**

§ 3. — Chimie physique

La diffusion du plomb solide en lui-même. — Nous avons signalé ici même, l'année dernière, l'intéressante application que MM. J. Groh et G. von Hevesy ont faite des isotopes[1]. Tandis que d'autres ont employé les colorants, ou les potentiels électriques, ou les indices de réfraction pour révéler les progrès de la diffusion, les deux savants hongrois, désirant étudier la diffusion du plomb liquide en lui-même, ont eu l'heureuse idée de rendre une partie du plomb radioactive par l'addition d'un de ses isotopes, le thorium B. Quand cette portion du plomb diffuse dans l'autre portion formée de métal ordinaire, son avance se manifeste par l'apparition de la radio-activité.

Les mêmes auteurs ont étudié d'une façon analogue le problème de la diffusion du plomb à l'état solide[2]. Mais ici ils ont renoncé à l'emploi du thorium B, dont la moitié est transformée au bout de 10,6 heures, à cause de la longue durée des expériences avec le plomb solide. Comme indicateur actif, ils se sont servis de plomb de Joachimsthal, mélange d'uranium et de radium D, ce dernier possédant la radio-activité.

Un cylindre de plomb inactif et un autre de plomb radio-actif sont joints par fusion de leur surface de contact. Pendant plus d'une année, le bloc a été maintenu à la température de 280°C., de 46° inférieure au point de fusion du métal. A la fin de cette période, il a été impossible de déceler la moindre diffusion du plomb actif dans l'autre extrémité du cylindre.

1. *Rev. gén. des Sc.* du 30 janv. 1921, p. 35.
2. *Ann. der Physik*, n° 11, 1921.

Ce résultat est surprenant. En effet, il y a 25 ans, Roberts-Austen a étudié la diffusion de l'or solide dans le plomb solide, et il a obtenu un coefficient de diffusion notable. Comment les molécules d'or peuvent-elles donc se frayer la voie dans le plomb mieux que les molécules de plomb elles-mêmes? Les auteurs suggèrent l'hypothèse suivante : Quand l'or pénètre dans le plomb, il brise dans une certaine mesure la structure cristalline de ce dernier, facilitant l'entrée d'autres molécules d'or, tandis que la molécule de plomb laisse le réseau cristallin inaltéré.

§ 4. — Chimie végétale

Les constituants odorants des pêches. — La nature des substances auxquelles la pêche doit son odeur ne paraît pas avoir été jusqu'à présent élucidée. On trouve bien dans le commerce des préparations désignées sous le nom d'« essence de pêches » et employées comme parfums, mais elles consistent pour la plupart en mélanges empiriques d'éthers et d'huiles essentielles.

MM. F. B. Power et V. K. Chesnut[1] ont récemment entrepris l'étude des constituants odorants des pêches, en faisant porter leurs recherches uniquement sur la pulpe fraîche de pêches Belle de Géorgie mûres, et ils sont arrivés aux résultats suivants :

1° Les constituants odorants de la pêche consistent principalement en éthers linalyliques des acides formique, acétique, valérique et caprylique, mêlés à une forte proportion d'acétaldéhyde et à une faible quantité d'une aldéhyde de poids moléculaire plus élevé. Il est probable que les acides volatils sont aussi présents à l'état libre en très faible quantité.

2° L'émanation du fruit mûr entier contient une petite quantité d'acétaldéhyde.

3° Les auteurs n'ont trouvé aucune trace d'acide cyanhydrique ou de benzaldéhyde dans le distillat de la pulpe fraîche. Ils en concluent que la présence du glucoside amygdaline est restreinte au noyau du fruit et qu'il n'existe dans la pulpe aucun autre composé capable de fournir HCN.

4° En extrayant à l'éther un distillat concentré de pêche, on obtient une très minime quantité d'huile essentielle : liquide limpide, jaune pâle, possédant une odeur de pêche très intense et caractéristique. Refroidie au-dessous de la température ordinaire, elle se prend en une masse solide, transparente, parsemée de petits cristaux aciculaires. Ces cristaux sont évidemment un hydrocarbure paraffinique; isolés, ils fondent à 52°. Le rendement en huile essentielle est de 0,000.74 du poids de la pulpe employée.

Outre les éthers mentionnés, l'essence contient un peu d'acétaldéhyde et de furfural, le dernier provenant sans doute de l'action d'acides organiques sur le sucre du fruit pendant la distillation.

L'essence de pêche est un produit très instable : conservée dans un tube de verre avec un rétrécissement capillaire et peu exposée à l'air, elle se transforme au bout de peu de temps en une masse noire, visqueuse, qui a complètement perdu son parfum original. Par contre, dans un tube de verre hermétiquement scellé, elle paraît pouvoir se conserver indéfiniment.

1. *Journ. Amer. Chem. Soc.*, t XLIII, p. 1725 ; 1921.

§ 5. — Biologie

La radiopuncture, nouvelle technique de cytologie expérimentale. — Les méthodes de vivisection, auxquelles nous devons peut-être les plus belles conquêtes de la Physiologie, ne sont, malheureusement, guère applicables aux organismes de petite taille, particulièrement aux êtres monocellulaires. Seuls, quelques opérateurs, doués d'une habileté et d'une patience peu communes, ont pu tirer de l'emploi de la microvivisection des renseignements précieux. Les résultats sont d'ailleurs fort aléatoires, la précision nécessaire étant bien difficile à obtenir avec des outils matériels, toujours trop grossiers pour le but que l'on se propose d'atteindre. On voudrait posséder un instrument maniable et sûr, agissant avec une extrême délicatesse.

C'est cet instrument dont le Dr S. Tchahotine[1] vient de doter la science en mettant au point une méthode élégante fondée sur l'emploi des rayons ultra-violets. L'action abiotique de ces radiations est bien connue, mais leur concentration en un faisceau suffisamment fin constituait une sérieuse difficulté que l'auteur a fort habilement surmontée. Grâce à l'emploi judicieux de lentilles et de prismes de quartz, il arrive à projeter l'image réelle, considérablement réduite, d'une « pupille » derrière laquelle est située la source rayonnante. Celle-ci est constituée par une étincelle éclatant entre deux électrodes de magnésium. Voici, en quelques mots, comment on opère : la mise au point est faite, sous le microscope, à l'aide d'une goutte de fluorescéine dans laquelle le faisceau rayonnant indique son passage par une minuscule tache verdâtre (5μ). Le lieu exact où tombe le rayon est soigneusement repéré au moyen d'un index oculaire, puis l'on substitue à la solution fluorescente la pièce destinée à l'expérimentation, en faisant coïncider avec la pointe de l'index l'endroit que l'on désire irradier. Lorsqu'il s'agit de léser le noyau seul, un obstacle se présente, car, sous l'action du rayonnement, la membrane cellulaire se désagrège facilement, entrainant une cytolyse rapide. On vient à bout de cette nouvelle difficulté en immergeant l'organisme dans une solution de $CaCl^2$, douée de la propriété de durcir le protoplasme superficiel, et en rapprochant le noyau de la périphérie au moyen de la compression ou de la centrifugation.

C'est sur l'œuf d'Oursin que le Dr Tchahotine a expérimenté sa méthode. Elle lui a permis d'arrêter le développement d'un des deux premiers blastomères en irradiant le noyau. Le blastomère intact continue à se segmenter normalement.

Le « dard » ultra-violet ne sert pas seulement à détruire le protoplasme; il permet encore, en augmentant la perméabilité de la membrane cellulaire, de faire pénétrer électivement, dans certaines parties d'un embryon, des substances dont on désire étudier l'action. C'est ainsi qu'il est possible, en irradiant légèrement un blastomère,

1. Tchahotine : Recherches de cytologie expérimentale, faites avec la méthode de la radiopuncture microscopique. *Bull. Inst. Océan. Monaco*, n° 401, oct. 1921.

l'embryon étant plongé dans une solution de LiCl, d'amener sa turgescence par absorption de lithium.

Ces quelques expériences préliminaires permettent de se rendre compte de tout le parti que des expérimentateurs habiles et inventifs pourront tirer de la méthode de la radiopuncture microscopique. Son emploi apportera certainement à l'embryologie et à la physiologie cellulaire des données nouvelles du plus haut intérêt.

R. de La Vaulx.

§ 6. — Géographie et Colonisation

La valeur économique de la Tripolitaine[1]. — Une évaluation en date de 1917 attribue à la Tripolitaine une population indigène de 570.000 habitants, répartis très inégalement sur une superficie de 500.000 kilom. carrés. Plus des quatre cinquièmes de la population se trouvent groupés dans la région septentrionale comprise entre la côte et la région montagneuse du Djebel, et la moitié de ces habitants vivent sur le littoral même. Avec les Européens, Tripoli compte 60.000 habitants; en y ajoutant son oasis et celle de Tadjoura, l'agglomération dépasse 100.000 habitants.

La Tripolitaine est un pays d'une médiocre valeur agricole, parce que le désert accède jusqu'au littoral. On distingue trois zones se succédant de la côte vers l'intérieur : *a*) l'étroite bande du littoral, large de quelques kilomètres. succession d'oasis où l'on cultive surtout le palmier, puis l'olivier, les agrumes, les autres arbres fruitiers, les légumes; *b*) les plateaux du Djebel, sillonnés de vallées, où domine l'olivier, et où l'on peut cultiver encore les arbres fruitiers, le safran, les céréales; *c*) la région d'oasis disséminées à de grandes distances dans l'intérieur, dont Ghadamès est le type.

Le palmier-dattier est ainsi la plante la plus répandue dans toutes les oasis, on en compte quelque trois millions; le fruit constitue avec l'orge la base de l'alimentation indigène, mais la production de la datte fine de table n'existe pas encore. L'olivier vient ensuite, quoique la fabrication de l'huile débute à peine. Par contre, les oranges s'exportent et il pourrait en être de même de beaucoup d'autres fruits. La vigne et le mûrier sont susceptibles d'extension : le henné s'exporte en Tunisie et l'alfa, très répandu dans l'intérieur, se vend principalement en Angleterre, comme celui d'Algérie. L'élevage a toujours eu une certaine importance et peut fournir à l'exportation de la laine et des cuirs.

Si les conditions sociales, climatériques et agricoles de la Cyrénaïque pourront peut-être permettre un mouvement d'immigration de colons italiens, la Tripolitaine est par contre trop pauvre pour devenir un pays de peuplement. Mais on peut en accroître la valeur économique par le développement des cultures fruitières, des plantes fourragères, par l'introduction de plantes nouvelles comme le sisal ou l'arachide. Il faut pour cela résoudre le problème de l'irrigation et s'adresser aussi aux méthodes du *dry farming*, qui permettront d'étendre la culture des céréales.

En attendant, l'outillage de la colonie se poursuit. Un réseau de voies ferrées, à écartement de 0 m. 95, s'étend déjà sur 254 kilom., dont 120 kilom. pour la ligne de Tripoli à Zuara. L'aménagement du port a déjà absorbé 13 millions de lire ; il comporte un grand môle de 1.300 m., prolongeant l'ancienne jetée, et un vaste terre-plein permettant l'atterrissage direct des paquebots-poste. A l'inverse de ce qui existe dans nos ports marocains, par exemple, on a même l'impression, devant ce vaste port souvent presque vide, d'une organisation dont l'importance dépasse les besoins actuels. Parmi les autres travaux publics, il y a lieu de signaler 1.250 kilom. de routes, 1.400 kilom. de lignes télégraphiques, le réseau téléphonique, la station radiotélégraphique de Tripoli, le forage des puits ordinaires et artésiens, les travaux de distribution d'eau, etc.

Un certain nombre d'industries se sont installées depuis l'occupation italienne, soit en vue de faciliter la construction et les travaux publics : scieries, ateliers mécaniques, carrières et matériaux de construction, soit pour l'alimentation : huilerie, minoterie, glace, eaux gazeuses, distilleries, soit pour la préparation des produits à exporter : cuirs, alfa, crin végétal. L'Etat italien a établi le monopole du tabac et du sel; ce dernier, exploité près de Tripoli et de Benghazi, fait même l'objet d'exportation en Turquie et en Bulgarie.

La pêche des éponges marque une reprise très sensible; elle est effectuée par des Grecs du Dodécanèse; les éponges de Libye et particulièrement celles de Cyrénaïque sont assez recherchées sur les marchés européens. La pêche du thon, de date récente, promet des résultats intéressants.

Si les relations caravanières entre la Tripolitaine et le Soudan sont bien tombées, par contre, le commerce maritime enregistre des progrès sensibles, ayant passé déjà de 48 millions et demi de lire, en 1917, à 114 millions, en 1919, pour la Libye entière. L'Italie, qui prend déjà les deux tiers de ce commerce, recueille ainsi la récompense des efforts très sérieux qu'elle a faits jusqu'ici sur une terrre ingrate, qui rend son mérite d'autant plus grand.

Pierre Clerget.

1. C. Fidel : Une mission en Tripolitaine (septembre 1920). *Renseignements coloniaux, et documents publiés par le Comité de l'Afrique française et le Comité du Maroc*, nos 2 et 3, février et mars 1921.

LA MICROANALYSE ORGANIQUE QUANTITATIVE

Dans le numéro du 15 juillet 1920 de la *Revue générale des Sciences*[1], nous avons publié un article dans lequel nous avons tout spécialement décrit les méthodes de microanalyse organique quantitative du Prof. Pregl. Cet article était la reproduction d'une conférence dans laquelle nous avions été obligé de nous limiter et de parler avant toute autre chose des méthodes de M. Pregl pour l'étude desquelles une bourse nous avait été accordée en 1914, et nous avions dû nous contenter de dire quelques mots des méthodes de M. Dubsky et de mentionner le microcarius de M. Donau.

Les méthodes de M. Dubsky, bien que nous ne les ayons pas pratiquées, nous avaient semblé susceptibles de quelques petites remarques; elles valaient cependant mieux qu'une description sommaire.

Possédant, grâce à M. Dubsky, une documentation sérieuse sur ses méthodes, nous venons compléter notre conférence par l'étude détaillée de ce que nous avions dû négliger. Enfin, grâce encore à l'amabilité de M. Dubsky, nous pourrons mesurer rapidement les progrès de la technique de l'analyse organique depuis Lavoisier jusqu'à nos jours.

I. — Les méthodes de microanalyse simplifiée de M. Dubsky[2]

Ainsi que nous avons eu l'occasion de le dire dans notre précédente conférence, ces méthodes concernent :

1° le dosage du carbone et de l'hydrogène d'après Liebig ;

2° le dosage de l'azote d'après Dumas.

§ 1. — Dosage du carbone et de l'hydrogène

Deux cas sont à considérer suivant la constitution de la molécule à analyser.

1. *Dosage dans des composés en C, H, O, ou en C, H, O, N.* — L'appareil est représenté schématiquement par la figure 1. Il est constitué par un tube en verre d'Iéna de 10 mm. de diamètre extérieur et de 43 cm. de longueur, étiré à l'une de ses extrémités en un bec à paroi épaisse de 40 mm. de longueur et de 4 mm. de diamètre extérieur ; l'autre extrémité comporte un long

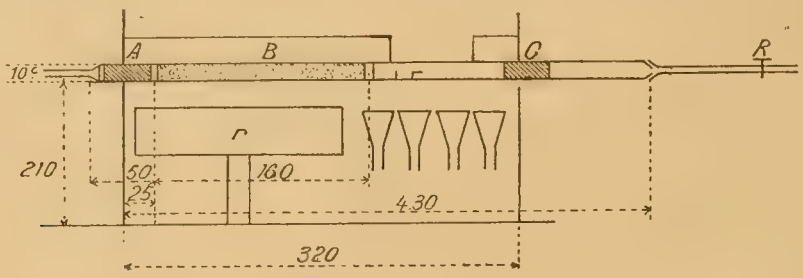


Fig. 1. — *Appareil de M. Dubsky pour le dosage du carbone et de l'hydrogène.*
A, couche de fil d'argent ; B, mélange d'oxyde de cuivre et de chromate de plomb : C, microtortillon d'oxyde de cuivre ; *r*, rampe à gaz ; R, robinet à 3 voies (cotes en millimètres).

rodage sur lequel vient s'emboîter un autre tube. Une disposition inverse des éléments du rodage ne conviendrait pas, car une petite quantité d'air pourrait aisément pénétrer dans l'appareil. Le rodage peut être remplacé par un caoutchouc large ou par un bouchon de caoutchouc, mais le rodage est préférable.

Le chargement de ce tube est le suivant : d'abord une couche de 5 cm. de fil d'argent finement coupé (A), puis une couche de 16 cm. d'un mélange d'oxyde de cuivre et de chromate de plomb (B), enfin, *ad libitum*, une nouvelle couche de 5 cm. de fil d'argent finement coupé, ces chargements successifs étant séparés par de petits tampons d'amiante ou d'amiante platinée. La matière vient ensuite, contenue dans une micro-nacelle de platine ou de porcelaine. Dans le cas des substances azotées, si l'on opère en tube fermé (en fermant le robinet à trois voies R), il faut introduire un microtortillon d'oxyde de cuivre (C) dans la partie arrière du tube. Le chargement antérieur est entièrement chauffé avec une rampe *r*, à l'exception du fil d'argent qui ne l'est que pour la moitié.

Les tubes absorbeurs, tout d'abord identiques à ceux établis par M. Pregl, sont maintenant différents. Ils sont représentés par la figure 2.

1. *Revue générale des Sciences*, t. XXXI, n° 13, p. 442.

2. Le lecteur trouvera tous détails aux références suivantes : *Helvetica chimica Acta*, vol. II, fasc. I, p. 63 (1919) ; Abderhalden : Handbuch der biologischen Arbeitsmethoden, p. 393.

Ils sont constitués par un tube cylindrique comportant à chaque extrémité un bouchon de verre creux percé d'un trou, permettant de mettre le corps du tube en communication avec un tube capillaire ne comportant aucun rétrécissement (les tubes de M. Pregl comportent au contraire un double rétrécissement). Trois de ces tubes sont nécessaires. Le premier est rempli de chlorure de calcium rendu indifférent à l'acide carbonique, en morceaux de la grosseur d'un grain de millet; il doit toujours être relié au tube à combustion par la même extrémité. Le second

Fig. 2. — *Tube absorbeur.*

est chargé avec de la chaux sodée de même grosseur et le troisième est un tube de contrôle dans lequel on introduit par moitiés de la chaux sodée et du chlorure de calcium. Ce troisième tube doit être pesé séparément et n'augmente guère de poids que lorsque la chaux sodée du deuxième tube est hors d'usage. On peut se dispenser de cette pesée en renouvelant plus fréquemment le chargement de l'absorbeur d'acide carbonique. Après ce troisième tube on dispose un compte-bulles qui constitue un contrôle suffisant de la vitesse du courant gazeux.

Lorsqu'on les utilise pour la première fois, ces appareils doivent être essuyés avec un chiffon humide, puis avec un linge constitué par plusieurs couches de gaze; par la suite, le simple essuyage avec la gaze suffit. Avant toute pesée, on laisse les appareils refroidir pendant 15 minutes.

Les raccords se font avec du caoutchouc bien nettoyé intérieurement. Les raccords destinés aux absorbeurs, d'une longueur de 15 mm., sont enduits intérieurement de glycérine par le même procédé que dans la méthode de M. Pregl, c'est-à-dire en y faisant passer un petit tampon d'ouate enroulé sur un fil, plongé dans la glycérine, puis exprimé entre les doigts.

Le mode opératoire ne présente aucune particularité. Cela ne peut étonner puisque le but poursuivi par M. Dubsky, en mettant sa méthode au point, était de rendre celle de M. Pregl identique au procédé macroanalytique. Il est bon de dire néanmoins qu'on chauffe au rouge clair en 5 minutes, qu'on brûle la matière en quelques minutes, puis qu'on fait passer de l'air pendant 15 minutes. On sépare les tubes et on les pèse après refroidissement [1].

L'ensemble du dosage exige environ 45 minutes.

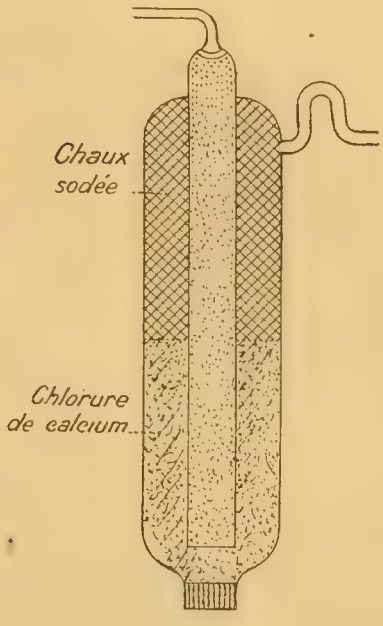


Fig. 3. — *Epurateur de l'air et de l'oxygène.*

2. *Dosage dans des composés sulfurés, halogénés et nitrés.* — La précédente méthode donne de bons résultats avec les composés ne contenant que du carbone et de l'hydrogène; il en est de même avec la plupart des combinaisons azotées, y compris le nitrotoluène, le nitrophénol, le dinitrobenzène, le dinitrotoluène, si l'on brûle le corps avec précaution dans un lent courant d'air ou en tube fermé. Dans ce dernier cas il est avantageux, ainsi qu'il a été dit précédemment, d'introduire derrière la nacelle un tortillon de cuivre oxydé, comme en macroanalyse. Au contraire, avec des corps explosifs, et avec le trichlorodinitrobenzène, on obtient des résultats trop forts en hydrogène et en carbone.

Après différents essais effectués avec de nombreux dérivés nitrés explosifs, et avec le trichlorodinitrobenzène, M. Dubsky a reconnu qu'on

1. Les pesées se font à la balance de Kuhlmann qui donne, rappelons-le, 1.10^{-6} gramme pour une charge maximum de 20 grammes.

pouvait obtenir aisément des analyses exactes en substituant à la couche d'argent une couche de peroxyde de plomb chauffée à température constante par un bain d'aniline (Eb. 186°). L'appareil est alors celui que représente la figure 4; il comporte, comme l'appareil de chargement universel de M. Pregl, un « bloc » portant la partie antérieure du chargement à température constante. Son chargement est le suivant :

	Chargement de M. Dubsky	Chargement de M. Pregl
Argent	0	1 cm.
Peroxyde de plomb (A)	5 cm.	2
Argent (B)	5	3
$CuO + CrO^4Pb$ (C)	15	14
Argent (D)	5	3

Il diffère donc un peu de celui de M. Pregl. La couche d'argent D protège les couches A et B contre un trop rapide épuisement, en particulier avec les corps sulfurés ou halogénés.

Cependant, pour ces cas exceptionnels, on peut aussi utiliser le premier mode de chargement (argent et mélange d'oxyde de cuivre et de chromate de plomb), en ayant recours à la méthode macroanalytique de réduction des oxydes de l'azote de F. G. Benedict[1]. Cette méthode consiste à brûler simultanément une quantité pesée d'acide benzoïque, de naphtalène ou de sucre. L'un de ces trois corps (l'acide benzoïque par exemple) est introduit dans une nacelle séparée que l'on dispose à 1 cm. du chargement du tube, puis on place la nacelle contenant le corps à analyser et éventuellement le tortillon oxydé. L'acide benzoïque, d'abord brûlé, réduit l'oxyde de cuivre avoisinant, et le cuivre réduit décompose les vapeurs nitreuses (on ne peut en effet employer un tortillon de cuivre réduit à l'alcool méthylique, car il contiendrait toujours des traces de formaldéhyde).

RÉSULTATS NUMÉRIQUES

1° *Corps pouvant être brûlés par la première méthode*

Substances	Quantité en mgr.	H °/₀ trouvé	H °/₀ calc.	C °/₀ trouvé	C °/₀ calc.
Naphtalène	10,439	6,6	6,25	93,6	93,75
Acide camphorique	7,830	8,46	8,00	59.87	60,00
o-diméthoxy-p-dioxy-m-diacétyldiphényl-méthane	6,325	6,04	5,83	66,53	66,40
Nitrophénol	6,98	3,68	3,59	52,04	51,79
Nitrotoluène	7,94	5,35	5,15	61,45	61,31

1. *Am. chem. Soc.*, t. XXIII, p. 343 (1900).

2° *Corps ne pouvant être brûlés par la première méthode*

a) *Par la méthode de Dubsky-Benedict*

Substance	Quantité en mgr.	Quantité d'acide benzoïque en mgr.	H °/₀ trouvé	H °/₀ calc.	C °/₀ trouvé	C °/₀ calc.
Acide picrique	8,71	8,37	1,44	1,31	31,58	31,44
Dinitrophénol	5,25	7,78	1,93	2,14	39,38	39,13
Trichlorodi-nitrobenzène[1]	9,73	10,20	0,47	0,36	26,52	26,50

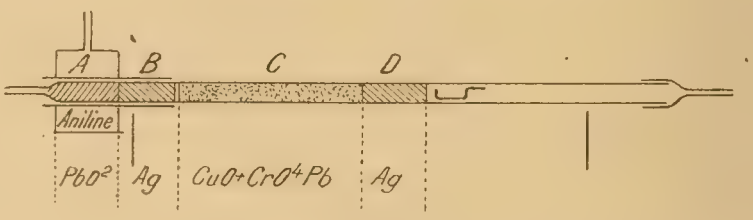


Fig. 4. — *Appareil de M. Dubsky pour le dosage des composés sulfurés, halogénés et nitrés.*

b) *Par l'autre méthode* (avec bloc de chauffe et PbO^2)

Chlorhydrate de l'acide aminoisobutyrique	11,350	»	7,17	6,50	34,40	34,78
2-4-dicéto-3-phényltétrahydrothiazol	9,03	»	3,65	3,61	56,21	55,96

§ 2. — **Dosage de l'azote**

L'appareil est représenté par la figure 5.

M. Dubsky, considérant que l'emploi de l'appareil de Kipp présente de grandes difficultés pour le débutant, emploie le procédé de Walter-Bruner qui consiste à chauffer du bicarbonate de soude avec une microflamme. Le bicarbonate est disposé dans un tube de 8 cm. de longueur et de 10-15 mm. de diamètre. A ce microtube on adapte un microcompte-bulles dans lequel on met 2 gouttes d'eau. Au bout de 6 à 8 minutes de chauffage avec une petite flamme pointue, on obtient dans l'azotomètre les microbulles requises. Le tube à bicarbonate doit être disposé un peu obliquement pour que l'eau qui se forme se dépose au bouchon.

Le chargement comprend, comme en macroanalyse, un tortillon de cuivre réduit[2], une cou-

1. La combustion de ce corps, effectuée avec l'appareil de la première méthode, avait donné, suivant différentes modalités :
C °/₀ 28,54, 29,86, 30,68.
H °/₀ 1,17, 1,66, 1,38.

2. Ce tortillon de cuivre est réduit à l'alcool méthylique et chauffé ensuite pendant quelques minutes à 120° pour chasser les dernières traces d'alcool méthylique ou de formaldéhyde.

che d'oxyde de cuivre, la substance dans une nacelle, puis un tortillon en toile de cuivre oxydé. Le tube, en verre d'Iéna, de 10 mm. de diamètre, doit avoir 43 cm. de longueur. Il peut être fermé, soit par des bouchons de liège, soit par des bouchons de caoutchouc, soit par deux rodages.

Le microazotomètre, gradué en centièmes de centimètre cube, donnant le millième par examen à la loupe, jauge 1,9 centimètre cube. On le remplit de lessive de potasse à 50 %.

nous avons échangée, M. Dubsky nous a appris que son travail de simplification n'a pas porté sur les méthodes de M. Pregl que nous avons pratiquées en 1914, méthodes qui représentent le deuxième stade de la microanalyse, mais sur celles mises au point en 1912, époque à laquelle M. Dubsky a fait un stage au laboratoire de M. Pregl, premières méthodes qui sont décrites en particulier dans l'ouvrage d'Adberhalden : *Biochemische Arbeitsmethoden*, t. V, p. 1307-1356, et que M. Pregl a complètement abandonnées.

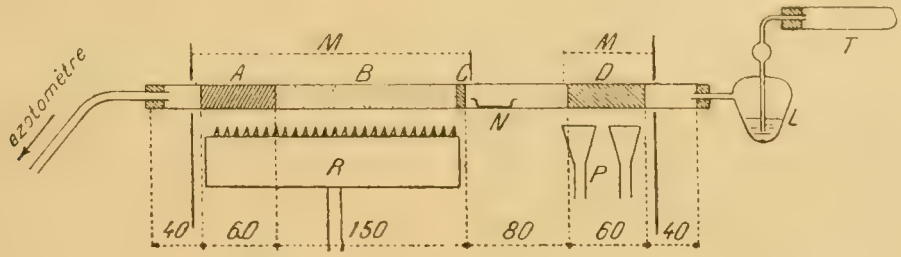


Fig. 5. — *Appareil pour le dosage de l'azote par la méthode de M. Dubsky* (cotes en millimètres).
B, oxyde de cuivre en fils; C, D, toile de cuivre oxydée; L, laveur; M, manchon réflecteur de chaleur; N, nacelle; P, brûleurs; R, rampe; T, tube à bicarbonate de soude pour le dégagement de CO^2.

Rappelons que dans son ouvrage intitulé : « *Vereinfachte quantitative Mikroelementaranalyse organischer Substanzen* », paru en 1917, M. Dubsky s'exprimait ainsi : « Dans la plupart des cas il est avantageux de brûler la substance en la recouvrant d'oxyde de cuivre. »

Le mode opératoire ne présente aucune particularité. La matière, dont on prend de 5 à 15 mgr., est pesée dans une micronacelle. L'opération dure environ 25 minutes. Le volume lu doit être diminué de 2 %[1].

Résultats numériques

Substance	Quantité en mgr.	Cmc d'azote	N % trouvé	N % théorie
Urée	4,636	1,860	46,5	46,6
Nitrophénol	9,105	0,832	10,2	10,1
Succinimide	4,360	0,554	14,2	14,1

II. — Comparaison des méthodes de MM. Pregl et Dubsky

Dans l'introduction de son ouvrage, M. Dubsky s'exprime ainsi : « Le but que j'ai poursuivi « était de simplifier la microanalyse élémentaire « de façon à la rendre identique à l'analyse élé- « mentaire ordinaire, de telle sorte que quicon- « que connaissant cette dernière puisse de lui- « même posséder la microanalyse élémentaire « ordinaire. » Mais dans la correspondance que

Quels sont les avantages respectifs des méthodes de MM. Pregl et Dubsky? Dans la conférence que nous avons eu l'occasion de faire en 1920, nous avons dit que nous donnions notre préférence aux méthodes de M. Pregl ; il nous faut revenir sur les conclusions que nous avions formulées à cette époque.

1° *Dosage du carbone et de l'hydrogène.* — D'abord il faut faire ressortir que les deux méthodes permettent d'obtenir des nombres qui ne laissent en rien à désirer. D'autre part, il est certain que l'appareillage étudié par M. Dubsky est plus simple que celui de M. Pregl ; il n'y a plus de régulateurs de pression, il ne semble pas que l'on ait à se préocuper à un aussi haut degré des questions de vitesse du courant gazeux ; en un mot, le mode opératoire semble à l'avantage de la méthode de M. Dubsky ; par contre, la méthode de M. Pregl présente un avantage, à notre avis intéressant : un seul appareil permet d'analyser tous les composés organiques, quelle que soit leur composition élémentaire. Nous nous sommes demandé, M. Dubsky étant obligé, dans le cas de composés halogénés, sulfurés ou nitrés, d'utiliser une microgrille et un tube de combustion très semblables à ceux de M. Pregl, si les avantages de la première méthode (corps en C, H, O, N) ne pourraient pas être combinés à ceux de la seconde (corps contenant X, S, NO^2). Ayant demandé à M. Dubsky la raison pour laquelle il ne s'était pas contenté d'un seul mode de chargement du tube à combustion, il nous a adressé

1. Voir *Revue générale des Sciences*, *loc.cit.*, p. 454.

la réponse suivante : « L'universalité de chargement paraît être pratique, puisqu'on brûle toutes les substances dans le même appareil. Quelques-uns de mes élèves se servent de cette méthode, mais je préfère, pour les corps en C, H, O, un simple chargement sans peroxyde de plomb, parce que le travail avec le peroxyde de plomb est toujours difficile. » M. Dubsky a évidemment plus que nous la pratique de la microanalyse et ses avis ne sont pas sans valeur. Cependant il faut remarquer que le peroxyde de plomb, étant forcément porté à température constante, n'exige de ce chef aucune surveillance au cours des dosages. C'est l'impression que nous ont laissée les analyses effectuées par nous au laboratoire de M. Pregl.

En résumé le microliebig de M. Dubsky, semble avoir l'avantage d'être plus simple que celui de M. Pregl, tout en étant aussi précis et d'une exécution aussi rapide ; la seule remarque que l'on puisse faire à son sujet est qu'il nécessite deux appareils, chacun d'entre eux convenant pour un groupe de corps ; ce défaut d'universalité est d'ailleurs en partie corrigé par l'emploi de la méthode de Benedict. La différence de 3 à 10 mgr. sur la prise d'essai moyenne ne peut intervenir en chimie organique que dans des cas très rares, mais au contraire intéresse vivement les physiologistes.

2° *Dosage de l'azote.* — Il faut se rappeler que la différence essentielle entre le microdumas Pregl et le microdumas Dusbky réside dans la position du cuivre réduit dans le tube à combustion. Dans le mode de chargement de M. Pregl, le cuivre est placé entre deux couches d'oxyde ; dans celui de M. Dubsky, il est à l'extrémité du chargement comme en microanalyse. D'autre part, à la suite d'une série de mesures comparatives, H. Fischer [1] avait été amené à dire que la méthode de M. Pregl donnait des analyses plus précises, que le chargement Pregl était le meilleur et que l'emploi d'un appareil de Kipp conduisait à de meilleurs résultats que celui du bicarbonate. A la vérité, ainsi que le montre le tableau suivant, les deux méthodes donnent des résultats exacts.

TABLEAU I

Théorie	Méthode de M. Dubsky	Méthode de M. Pregl
16,24	16,47 ; 16,15 ; 16,23	16,31 ; 16,50 ; 16,31
8,16	8,41 ; 8,33	8,14 ; 8,19
8,89	9,24 ; 9,11 ; 9,05 ; 9,49 ; 9,04 ; 9,06 ; 9,28 ; 9,04	8,90 ; 9,06
11,32	11,51 ; 11,57 ; 11,49 ; 11,44	11,39 ; 11,42
8,16	8,16 ; 8,29	8,17 ; 8,20
7,55	7,78 ; 7,53	7,57 ; 7,57 ; 7,75 ; 7,64
7,29	7,07 ; 7,61 ; 7,41 ; 7,38 ; 7,46	7,35 ; 7,44
13,22	13,66 ; 13,43 ; 13,18 ; 13,37	13,34 ; 13,27
6,95	7,26 ; 7,08 ; 7,13	7,01 ; 7,08
13,94	14,00 ; 13,85	13,97 ; 13,96
22,96	23,10 ; 23,11	22,98 ; 23,02

M. Pregl insistant tout spécialement dans son ouvrage [1] sur l'importance de la disposition du cuivre réduit entre deux couches d'oxyde, et M. Dubsky obtenant des nombres exacts en procédant autrement, nous avons demandé à M. Dubsky son avis sur cette question. Sa réponse a été la suivante : « La présence du cuivre entre deux couches d'oxyde peut être importante *si le cuivre est impur par du zinc.* Mais j'ai nettement constaté que le cuivre, dans les conditions de l'analyse, ne décompose pas l'acide carbonique en oxyde de carbone ; il faut remarquer que, s'il en était ainsi, le dégagement de gaz ne cesserait pas. Nous nous en sommes persuadé par des analyses qui ont duré une heure, effectuées sans matière, et nous n'avons pas observé de quantité visible de gaz. »

La raison donnée par M. Dubsky, la présence de zinc, est bien celle fournie par M. Pregl comme déterminant la formation d'oxyde de carbone ; mais il faut noter que, de même que le microliebig de M. Pregl a l'avantage de l'universalité vis-à-vis de la composition élémentaire des corps à brûler, le microdumas de M. Pregl a encore un avantage d'universalité vis-à-vis des cuivres que l'on emploie. On ne peut, dans un laboratoire de chimie organique, sans risquer de perdre beaucoup de temps, analyser les oxydes de cuivre dont on se servira ; avec la méthode de M. Dubsky, il faut donc se contenter du résultat d'une première analyse effectuée sans matière, résultat qui sera corroboré par l'exactitude de toutes les analyses ultérieures, ce qui au reste ne constitue qu'un petit inconvénient.

1. *Berichte*, t. LI, p. 1322 (1918).

1. *Die quantitative organische Mikroanalyse* (1917).

En résumé, les différences existant entre les méthodes de MM. Dubsky et Pregl, aussi bien pour le microliebig que pour le microdumas, ne portent que sur des détails; dans l'ensemble, les résultats qu'elles donnent sont très bons et l'on peut dire avec M. Dubsky [1] : « L'avenir montrera quelle est celle des deux méthodes qui doit être préférée. »

III. — Le Microcarius de Donau

Dans un petit tube ayant la forme indiquée dans la figure 6, pris dans du verre de 1 mm. d'épaisseur, on introduit dans la boule A une quantité de matière comprise entre 1 et 3 mgr.,

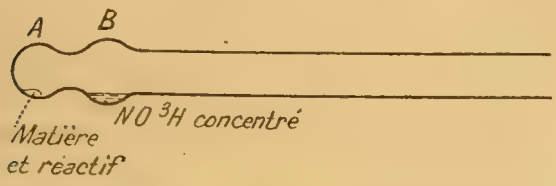


Fig. 6. — *Appareil employé pour le microcarius de Donau.*

puis un petit excès de nitrate d'argent ou de chlorure de baryum. L'introduction de ces matières se fait au moyen d'une petite nacelle de platine spécialement établie pour cet usage. Dans l'ampoule B on introduit ensuite 2 gouttes d'acide nitrique concentré au moyen d'une longue pipette coudée. On scelle ensuite à 7 cm. et l'on dispose le tube verticalement en le laissant refroidir. Le chauffage de cette microbombe s'effectue en disposant le tube verticalement dans un bloc spécial en cuivre de dimensions appropriées. On porte à 300° en trois quarts d'heure et l'on maintient à

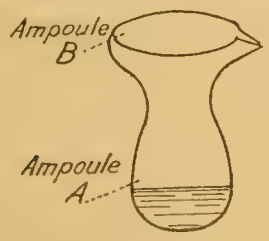


Fig. 7. — *Transformation de la microbombe de la fig. 6 pour effectuer la fin du dosage.*

320° pendant un temps compris entre une et trois heures. Après refroidissement les microbombes sont retirées du bloc avec précaution, ouvertes dans la flamme d'un bunsen, puis on coupe la microbombe au milieu de l'ampoule B en faisant un petit bec sur la paroi de verre (fig. 7).

Dans l'ampoule A transformée en petite capsule, on poursuit le dosage suivant des détails qu'on trouvera dans l'article original [2]. Nous dirons simplement que les réactifs à introduire se mesurent en gouttes [4].

IV. — Histoire de l'analyse organique quantitative [2]

La macroanalyse organique quantitative a été créée par Lavoisier [3]. Après avoir, en 1781, établi la teneur en carbone de l'acide carbonique avec une précision assez grande, et avoir déterminé, après Cavendish, mais seulement approximativement, la quantité d'hydrogène contenue dans l'eau, il eut l'idée d'utiliser ces données pour établir la constitution des composés organiques. Sa méthode consistait presque toujours à déterminer la quantité d'oxygène nécessaire à la combustion d'une quantité donnée de substance organique et à mesurer la quantité d'acide carbonique formé. Admettant qu'il ne se formait que de l'eau et de l'acide carbonique dans la combustion, l'eau était dosée par différence entre le poids de l'acide carbonique engendré et la somme des poids de la substance brûlée et de l'oxygène employé. La matière était brûlée dans une lampe dans l'oxygène, l'eau formée était condensée dans un réfrigérant et absorbée par des tubes desséchants, l'acide carbonique passait sur de la lessive de potasse dans dix ampoules successives, mais sans barbotage.

Dès 1784, Lavoisier modifiait son appareil et brûlait des substances facilement volatilisables, comme l'alcool et l'éther. Dans une cloche remplie d'oxygène, isolée avec du mercure, il disposait une capsule contenant environ 1 gr. de substance qu'il allumait avec un peu de phosphore. Le volume d'acide carbonique formé était déterminé par absorption par de la lessive de potasse et l'eau formée était calculée à partir de l'oxygène consommé.

Les premiers dosages de carbone de Lavoisier donnaient des différences en moins de 4 à 5 % ; les dosages d'hydrogène étaient tout à fait faux, car il admettait que l'eau contenait une trop grande quantité de ce constituant. Lavoisier s'ingénia à améliorer son appareil et sa méthode, et reconnut l'importance d'un dosage direct de l'eau ; il chauffa alors la substance avec des oxydes métalliques et du chlorate de potassium.

1. *Chemisch Weekblad*, t. XVI, p. 1491 (1919).
2. *M. f. Ch.*, t. XXXIII, p. 169 (1912).

1. Lors de la mise au point de ses premières méthodes, M. Pregl avait également étudié un microcarius (Voir Abderhalden, Biochemische Arbeitsmethoden, t. V, p. 1307).
2. Ce chapitre est le résumé d'un article de M. Dubsky : « Les premières années de la macro et de la micro-analyse organique quantitative. » *Chemisch Weekblad*, t. XVI, p. 1482 (1919).
3. Auparavant, on accordait aux composés organiques cinq constituants fondamentaux (aqueux, huileux, salin, etc. ; voir p. ex., Lémery : *Cours de Chymie*, 1675).

En 1807, de Saussure fit l'analyse de l'alcool et de l'éther par la méthode de Lavoisier et essaya deux nouveaux modes opératoires : la détonation de vapeurs d'alcool dans un excès d'oxygène, et le passage de l'alcool dans un tube de porcelaine porté au rouge et rempli d'oxygène.

Berthollet obtint de meilleurs résultats ; il distillait de 10 à 30 grammes de substance dans une cornue, faisait passer les produits de décomposition dans un tube de porcelaine porté au rouge blanc et analysait les gaz eudiométriquement. Il obtint ainsi des résultats assez exacts avec le sucre et l'oxalate de calcium.

Gay-Lussac et Thénard, en 1810, firent faire un grand progrès à l'analyse élémentaire en chauffant les substances organiques avec un corps libérant de l'oxygène par chauffage, en l'espèce le chlorate de potassium. La quantité de matière utilisée représentait 0,5 à 0,6 gr. Gay-Lussac et Thénard analysèrent ainsi un certain nombre de corps dont le saccharose, l'amidon, la cire, la caséine, la gélatine, et obtinrent pour certains des résultats très précis.

Berzelius en 1814 réalisa l'idée émise par Lavoisier en 1787 de peser directement l'eau formée. Il mélangeait la matière (0,3 à 0,5 gr.) avec un mélange de chlorate de potassium et de chlorure de sodium, chauffait le mélange dans un tube de verre disposé horizontalement, recueillait l'eau formée dans un tube rempli de chlorure de calcium et l'acide carbonique dans une cloche remplie de mercure dans laquelle il dosait ensuite ce gaz. Il analysa ainsi 14 substances et la précision des résultats fut suffisante pour que la validité des lois de la stœchiométrie puisse être également reconnue dans le cas des composés organiques. Presque au même moment (1815), Gay-Lussac et Dœbereiner utilisaient l'oxyde de cuivre ; le premier opérait dans un tube vertical, le second dans un tube horizontal. A partir de ce moment, l'oxyde de cuivre fut employé couramment pour les analyses organiques.

En 1831 enfin, Liebig, rassemblant les faits acquis jusqu'alors, reconnut les perfectionnements à apporter et réalisa de nombreuses améliorations. En particulier, il établit à cette occasion son fameux laveur à acide carbonique et le tube fermé dit à baïonnette. La méthode qui, pendant près d'un siècle, devait servir à l'analyse des substances organiques, était ainsi établie. Elle ne devait connaître que des modifications de détail.

Mais son inconvénient était de nécessiter environ 0,2 gr. de matière, ce qui, dans certains cas, représentait un véritable sacrifice de la part de l'expérimentateur. Placé en face de cette alternative de gaspiller un temps précieux à préparer une quantité suffisante de matière ou de modifier le mode opératoire, M. Pregl n'hésita pas en 1910 à s'engager dans cette deuxième voie et élabora les méthodes étonnantes de précision que nous avons eu l'occasion de décrire. Cette méthode microanalytique fut d'ailleurs modifiée au bout de peu de temps par M. Dubsky de la façon que nous venons d'indiquer.

Le dosage exact de l'azote fut tenté tout d'abord avec succès par Gay-Lussac et Thénard en 1810 ; ils considéraient comme azote le résidu gazeux après absorption de l'acide carbonique et de l'oxygène. En 1829, après des modifications du précédent procédé dues à différents auteurs, Liebig dosait dans une grande quantité de matière le carbone et l'hydrogène, et dans une plus petite le rapport de l'acide carbonique à l'azote.

Ce ne fut qu'en 1831 que Liebig se décida à séparer le dosage de l'azote de celui du carbone. La méthode ainsi établie par Liebig fut modifiée par Dumas au cours de la même année. L'azotomètre fut introduit par Hugo Schiff en 1868. La méthode dite de Dumas, tout comme celle de Liebig pour le dosage du carbone et de l'hydrogène, ne subit que des modifications de détail jusqu'à l'apparition des méthodes microanalytiques de M. Pregl en 1912-1914 et de M. Dubsky en 1915 ; encore les principes fondamentaux en étaient-ils respectés.

Tel est l'état actuel de la microanalyse organique quantitative, que nous aspirons à employer à cause, avant tout, de l'économie de temps qu'elle procure et, conséquemment, à cause des nombreux résultats qu'elle permet d'obtenir dans un temps court.

R. Cornubert,
Ingénieur-Chimiste,
Docteur ès Sciences.

SUR LA POSSIBILITÉ DE SE REPRÉSENTER L'ESPACE FINI ET SANS BORNES DE LA THÉORIE DE LA RELATIVITÉ[1]

Parmi les conséquences que la théorie de la relativité prétend nous imposer et que nous avons du reste quelque peine à assimiler, il en est une tout à fait singulière, découlant de la théorie généralisée. Certains relativistes, dont en particulier M. Einstein, prétendent que l'univers sensible dans lequel nous vivons est un univers fini et cependant sans bornes.

Sans vouloir entrer dans aucune étude ni aucune discussion sur la valeur des théories relativistes, il m'a paru d'un certain intérêt de développer à ce sujet quelques réflexions très simples. Sans doute, ces réflexions ne sont pas nouvelles, mais puisque de telles questions se trouvent remises à l'ordre du jour par les physiciens, il peut y avoir avantage, ne serait-ce que pour quelques personnes non initiées, à préciser le sens des mots que l'on emploie.

*
* *

La Géométrie peut être envisagée à deux points de vue différents. Tout d'abord elle est l'œuvre des mathématiciens. Ceux-ci, ayant pour but la construction d'un édifice logique et complet, introduisent en Géométrie des êtres de raison, qui, bien qu'ayant été manifestement imposés à l'esprit humain par le contact avec l'univers extérieur, n'existent cependant pas réellement. Nous ne trouvons dans la nature ni le point, ni la ligne, ni la surface, ni même le volume parfait du géomètre. Non content d'avoir ainsi dégagé ces concepts de la réalité, le mathématicien s'est même rapidement habitué à substituer aux points des groupes de coordonnées, aux lignes et aux surfaces des équations, aux volumes des inégalités.

A l'aide de ces êtres de raison, le géomètre construit un édifice logique en prenant pour base un certain nombre minimum de propriétés qu'il admet et qu'il appelle des postulats. Certains de ces postulats sont au fond des définitions des termes employés ; quant aux autres, on s'est efforcé longtemps d'en réduire le nombre et de démontrer quelques-uns d'entre eux en les faisant découler de postulats antérieurs d'un caractère plus intuitif. Bien que les efforts faits dans ce sens soient souvent restés infructueux, il persistait l'idée que certains postulats, comme celui d'Euclide par exemple, étaient nécessaires et qu'il était impossible de s'en passer. Ce n'est que plus tard que des géomètres de génie ont démontré rigoureusement que l'on pouvait rejeter ces postulats et que l'édifice complet gardait néanmoins son caractère logique. Autrement dit, le mathématicien était arrivé, à partir des êtres de raison introduits par lui, à construire toute une série de Géométries également solides et belles, différant seulement par les postulats de base. Nous les appellerons les géométries pures ; parmi elles nous en retiendrons plus spécialement deux : la géométrie euclidienne et la géométrie de Riemann. Ces deux géométries ont les mêmes bases ; seul, dans la seconde, le postulatum d'Euclide est remplacé par un énoncé admettant que deux droites ont toujours un point commun, quelles que soient leurs positions.

Les physiciens considèrent la géométrie à un tout autre point de vue. Ils font, eux, de la géométrie expérimentale ; ils mesurent des longueurs, des surfaces, des volumes, des angles en les prenant dans l'univers lui-même et non en les regardant comme un jeu de leur esprit. On peut donner un nom spécial à leur géométrie, l'appeler si on veut la géométrie naturelle. Ce n'est du reste pas l'édifice parfait du mathématicien : les mesures faites sont entachées d'erreurs inévitables, mais les physiciens s'estiment satisfaits s'ils en connaissent les limites. Ce qu'ils demandent alors au mathématicien, c'est de leur indiquer, parmi toutes les géométries pures imaginées par celui-ci, quelle est celle qui s'adapte le mieux à la géométrie naturelle.

Pendant longtemps, on a été persuadé que c'était la géométrie classique d'Euclide qui remplissait le mieux ce but. Evidemment, il était hors de notre pouvoir de le démontrer en toute rigueur, mais les vérifications expérimentales qu'on en pouvait faire : mesure de la somme des angles d'un triangle, contrôle du théorème de Pythagore, etc., se faisaient avec une précision telle qu'on pouvait en toute bonne foi attribuer les différences légères constatées uniquement aux erreurs inévitables des mesures.

Prenons pour bien préciser une de ces vérifications. Imaginons que nous ayons une série de cubes (au sens euclidien du mot), de mêmes dimensions, et juxtaposons-les en pensée en accolant leurs faces deux à deux à la façon des enfants qui font des châteaux. La géométrie

1. Communication présentée à la Section strasbourgeoise de la Société de Physique, le 20 janvier 1922.

pure euclidienne nous apprend qu'une telle opération est toujours possible, que les vides créés entre les différents cubes se trouveront comblés exactement par des cubes nouveaux et qu'à la pyramide ainsi construite rien ne nous empêchera d'ajouter sans cesse de nouveaux éléments. On réalise ainsi une sorte de pavage indéfini de l'espace. Si nous faisions l'expérience, si nous construisions en un métal parfaitement poli des cubes égaux en nous entourant de toutes précautions pour qu'ils soient presque parfaits, pour qu'ils ne se dilatent ni ne se déforment, la géométrie naturelle nous apprendrait sans aucun doute que la même construction est possible, et si quelque puissant microscrope nous montrait un léger vide entre deux cubes voisins, nous attribuerions cette erreur à un défaut de construction des solides plutôt qu'à un vice de la géométrie employée. Bien plus, bien que ne pouvant faire une telle expérience que dans un champ restreint, avec des cubes en nombre fini, nous nous représentons que la géométrie expérimentale nous permettrait de la continuer indéfiniment, tout comme la géométrie pure qui nous a servi de guide. C'est dans ce sens que nous dirons que nous vivons dans un univers euclidien, infini et sans bornes, car rien ne limite le nombre des cubes élémentaires qui y peuvent trouver place.

Mais ici interviennent les relativistes, qui nous tiennent à peu près ce langage : « Vous « êtes dans l'erreur, nous disent-ils ; d'abord il « n'y a pas de cubes dans la nature, il ne peut « pas y en avoir, il n'existe pas de solides ayant « six faces carrées égales. Ce que vous construi- « sez n'est qu'une ébauche imparfaite. Votre « expérience paraît évidemment confirmer vos « idées, mais c'est parce que vous la commen- « cez seulement ; si vous étiez les maîtres « de la poursuivre indéfiniment, vous verriez « que votre échafaudage ne serait plus possible, « que vos soi-disant cubes refuseraient de s'a- « dapter les uns dans les autres. Et, bien plus, « nous affirmons que si vous vouliez poursuivre « votre pavage de l'espace en déformant même au « besoin, pour qu'ils s'adaptent mieux entre eux, « vos solides élémentaires (en leur conservant « le même volume naturellement), nous affir- « mons que votre opération s'arrêterait, que « vous vous buteriez à quelque chose qui vous « empêcherait de la continuer. Ce quelque « chose serait tout simplement les cubes déjà « placés et il viendrait un moment où, bouchant « le dernier trou, sans avoir jamais rencontré « d'autres obstacles que ceux placés par vos « propres mains, vous auriez rempli *tout* l'uni- « vers à l'aide d'un nombre *fini* de solides de « même volume. Ce ne sont pas les lois de la « géométrie d'Euclide que vous devez prendre « comme guide de la géométrie naturelle, mais « bien celles de la géométrie de Riemann. »

Evidemment, à de telles affirmations nous pouvons toujours répondre que nous maintenons notre point de vue euclidien tant qu'on ne nous aura pas donné de raisons sérieuses d'en changer. C'est à l'expérience de décider, et je n'ai pas la prétention de rechercher ici si les relativistes ont apporté déjà l'expérience cruciale nécessaire ou s'ils sont capables de l'apporter dans un avenir prochain.

***

Néanmoins... s'ils avaient raison ; une curiosité bien naturelle nous pousse à examiner de plus près leurs affirmations. Localement, et si nous ne sommes pas dans un champ de forces trop grand, l'univers est euclidien avec une précision dépassant de beaucoup celle de nos mesures. Mais l'homme a toujours cherché à englober l'Univers dans une vue unique ; avec l'univers euclidien déjà, ses efforts dans ce sens ne sont pas toujours couronnés de succès et son esprit vacille bien un peu devant l'infini, mais que serait-ce avec l'univers riemannien, et pouvons-nous imaginer l'impression que cet univers nous ferait si nous n'étions pas attachés à la Terre, si nous vivions très longtemps et si nous pouvions le parcourir entièrement pour apprendre à le connaître comme on apprend à connaître la topographie d'une ville ?

Pour préciser les idées, servons-nous d'une fiction classique. Imaginons des êtres infiniment plats vivant sur une surface, n'ayant aucune notion de ce qui se passe en dehors; ces êtres, supposés intelligents, construiront comme nous des géométries, mais à deux dimensions seulement, et nous concevons bien que s'ils habitent un plan ils auront conscience d'un univers infini; si au contraire ils habitent une sphère ou un tore, ils pourront en un temps fini prendre contact avec tout leur domaine sensible; celui-ci leur paraîtra fini sans cependant qu'ils aient jamais rencontré d'obstacles le bornant.

Il est vraisemblable, par suite, que si nous pouvions acquérir la notion d'une quatrième dimension, tout ce qui se passe dans notre univers actuel prendrait pour nous un aspect nouveau et que l'univers fermé des relativistes nous semblerait une conception aussi simple que celle d'une sphère vue de notre espace à trois dimensions.

Cette quatrième dimension n'est pas pour

embarrasser le mathématicien, qui raisonnera aussi bien sur des groupes de quatre coordonnées que sur des groupes de trois. Mais alors que les êtres de raison de la géométrie pure à trois dimensions ont une base dans la géométrie naturelle, ceux de la géométrie à quatre dimensions n'en ont plus aucune, et les théorèmes en restent, pour tout esprit non prévenu, des formules vides de tout sens physique. Est-il donc impossible, sans sortir de notre espace tridimensionnel, de concevoir l'univers sphérique de Riemann ?

Pour arriver à ce but, M. Einstein se sert d'une image très élégante[1]. Reprenons les êtres à deux dimensions de tout à l'heure et imaginons-les se mouvant sur une sphère. Supposons qu'au lieu de cubes ils s'amusent à juxtaposer deux à deux une série de petits disques circulaires (ou plutôt de petites calottes sphériques égales). Si nous étions dans un plan, on sait fort bien qu'autour de chaque disque viendraient se ranger six autres disques tangents deux à deux et que rien n'empêcherait de continuer indéfiniment cette mosaïque. Sur la sphère il n'en sera plus de même; si les disques sont très petits par rapport au rayon de la sphère, les premiers paraîtront bien se ranger suivant la loi indiquée avec des erreurs imperceptibles ; mais à la longue ces erreurs s'accumuleront jusqu'au moment où on ne pourra plus les attribuer à un défaut de précision de l'expérience, et à cela les êtres reconnaîtront qu'ils ne sont pas dans un plan. Au bout d'un certain temps du reste, ils auront rempli complètement leur sphère de petits disques, ils s'arrêteront ayant conscience que leur univers n'est pas euclidien, qu'il est fini et sans bornes.

Supposons maintenant que nous menions à la sphère un plan tangent en un de ses points A et qu'au point diamétralement opposé B nous placions une source lumineuse puissante qui donne de tout ce qui se passe sur la sphère une ombre portée sur le plan. Les ombres des petits disques seront encore sur le plan limitées par des circonférences (le passage de la sphère au plan n'est autre chose qu'une inversion) ; celles de ces circonférences qui sont au voisinage de A auront sensiblement le même rayon que les petits disques de la sphère, celles au contraire qui sont à une certaine distance (euclidienne) r du point A seront d'autant plus grandes que r sera plus grand et il est facile de voir qu'elles auront subi une dilatation linéaire par rapport aux précédentes égale à $1 + \frac{r^2}{4a^2}$ [2]. Imaginons maintenant ce plan peuplé de corps et d'êtres soumis eux-mêmes à cette même loi de dilatation, c'est-à-dire augmentant de dimension dans le rapport précédent en s'écartant de A; il est évident que ces êtres construiront une géométrie expérimentale en tous points identique à celle créée par les habitants de la sphère. Quant à leurs variations de granr deur, elles n'existent que pour nous qui considérons la chose d'un point de vue euclidien ; pour eux, il leur sera impossible de s'en apercevoir, car tous leurs instruments de mesure se déformeront dans les mêmes conditions ; ils concluront donc tout comme les êtres de la sphère à un univers non euclidien, fini et sans bornes.

Or nous pouvons étendre notre procédé de définition de ces êtres bizarres à tout l'espace euclidien à trois dimensions, en convenant que les variations de grandeur mentionnées plus haut auront lieu dans toutes les directions autour du point A. Ces êtres auront l'impression d'être dans un univers à trois dimensions, non euclidien, fini et sans bornes; la géométrie naturelle dont leurs physiciens se serviront devra prendre comme guide la géométrie sphérique de Riemann.

Si nous pouvons nous mettre à leur place et réaliser leurs sensations, nous connaîtrons ainsi l'univers de la théorie de la relativité. M. Einstein prétend que cette adaptation se ferait facilement et qu'au bout de quelques instants nous nous sentirions très à l'aise. Il y a quelque cinquante ans, Helmholtz, discutant des idées analogues, se servait d'une comparaison frappante. Lorsqu'on regarde des objets à travers une lentille ou que l'on met pour la première fois des lorgnons trop forts, la perception de la position relative des corps en profondeur est faussée et les lignes droites vues au bord de la lentille sont fortement incurvées ; puis, au bout de quelques instants, cette apparence disparaît et les sens s'habituent tellement bien à la déformation qu'ils ne l'enregistrent même plus. Helmholtz prétend que dans l'univers riemannien l'adaptation serait aussi aisée.

Nous pouvons ainsi imaginer l'espace habité par deux races d'êtres différents : les uns (nous par exemple) à conception euclidienne, les autres à conception riemannienne de la catégorie de ceux dont venons de parler. Il est vraisemblable qu'il s'ouvrirait entre ces deux races une série de discussions dont les polémiques actuelles sur la relativité ne peuvent donner qu'une faible idée. Les Euclidiens essayeraient de faire constater aux Riemanniens leurs changements de grandeur. Ceux-ci leur répondraient par l'histoire de la paille et de la poutre, et les plaisanteraient sur leur propriété ridicule de devenir de plus en plus

1. Einstein : La géométrie et l'expérience (Paris, Gauthier-Villars).
2. a désigne le rayon de la sphère.

petits en s'éloignant du point A. Et si les Euclidiens reprenaient nos cubes de tout à l'heure et voulaient leur faire toucher du doigt l'infinité de l'espace, les Riemanniens hausseraient les épaules en répondant : « Vous nous servez un vieux « paradoxe; du temps de Zénon on prétendait « démontrer qu'Achille ne rattraperait jamais la « tortue en accumulant dans un intervalle de « temps fini une suite infinie d'intervalles élémen- « taires de plus en plus petits ; vous reprenez le « paradoxe en voulant démontrer qu'un volume « fini est infini parce que vous pouvez y accumu- « ler en nombre infini des solides élémentaires « tendant vers zéro. »

Si les êtres plats vivant sur la sphère du début s'étaient trouvés sur une île de petite dimension sans pouvoir en sortir, à eux aussi l'univers eût semblé euclidien en première approximation et ils auraient sans doute adopté la géométrie euclidienne comme guide par raison de commodité. Imaginons qu'un jour de hardis explorateurs ont quitté l'île, ont parcouru le large, dressé des cartes des continents rencontrés, pensant ainsi seulement agrandir un peu le champ de leur connaissance de l'univers infini. Puis un beau jour ils se sont aperçus avec émotion qu'ils avaient tout repéré, tout catalogué. Ils ont un moment douté de leur raison et il leur a fallu certainement un effort considérable pour s'habituer à l'idée qu'ils vivaient dans un monde fini.

Nous aussi, nous sommes dans une île minuscule, c'est une île flottante, il est vrai, mais si on compte le temps seulement par durées de vies humaines ou même par durées de races humaines, son déplacement est insensible relativement aux distances énormes qui séparent les astres. De hardis explorateurs viennent, en pensée seulement, hélas, de quitter l'île, ils ont cru voir la vérité et, si nous avons le droit de réserver encore notre opinion, nous ne pouvons pas leur refuser un juste tribut d'admiration.

Ce qu'il faut retenir, à mon avis, de ces considérations, c'est l'absence de signification du mot espace indépendamment des corps qui s'y trouvent. Suivant les propriétés de ces corps, l'espace paraîtra euclidien ou courbe, fini ou infini. *Ces mots : l'espace est ou n'est pas euclidien, est ou n'est pas infini ne peuvent avoir qu'une signification relative à la géométrie naturelle des êtres qui s'y meuvent.*

***

Il est encore possible, sans abandonner la conception euclidienne de la mesure, d'arriver à la représentation d'un espace fermé, qui ne sera plus l'univers sphérique de Riemann, mais dont je tiens à dire un mot à titre de curiosité.

Reprenons encore des êtres à deux dimensions à conception euclidienne habitant un plan et supposons que dans ce plan la disposition des objets qui s'y trouvent soit périodique, c'est-à-dire qu'on puisse le décomposer en bandes parallèles telles que deux bandes présentent identiquement le même aspect à une translation près. Représentons-nous parcourant ce domaine : il est bien évident que nous aurons la même impression que si nous étions sur un cylindre. Si par hasard nous avions des doutes sur ce point, nous ferions dans la bande où nous serions des repères de façon à être assurés de reconnaître plus tard les objets ; supposons maintenant qu'un être très habile, une sorte de démon de Maxwell, assistant à nos efforts s'amuse à répéter fidèlement dans les bandes voisines les modifications faites par nous dans la première. Oh alors, nos doutes seraient levés, nous serions *certains* de vivre dans un espace à deux dimensions à connexion cylindrique, et si quelqu'un nous disait qu'au lieu de nous croire sur un cylindre, nous pourrions nous croire dans un plan à condition d'imaginer l'être extérieur qui s'amuse à nous troubler, nous rejetterions évidemment cette dernière hypothèse comme la plus compliquée des deux.

Imaginons de plus maintenant que la distribution des objets dans le plan soit doublement périodique, c'est-à-dire que chacune des bandes à son tour soit divisée en rectangles identiques; pour des raisons analogues, notre cylindre nous paraîtrait se recourber sur lui-même et nous aurions l'impression d'être sur un tore.

Or ce procédé se généralise évidemment à trois dimensions : imaginons-nous dans un espace découpé, au sens euclidien du mot, en parallélipipèdes rectangles, peuplés d'objets de disposition identique ; un tel espace nous apparaîtrait comme fermé, nous pourrions mesurer son volume total, nous n'y trouverions pas de bornes, il aurait la connexion de ce qu'on peut appeler un hypertore et localement il serait rigoureusement euclidien.

Un tel univers aurait du reste des propriétés fort bizarres où les nombres entiers joueraient un grand rôle. Pour ne signaler qu'une de ces propriétés et sans insister davantage, supposons que les êtres qui l'habitent construisent un mur parallèlement au plan de l'une des faces des parallépipèdes ; comme dans les cases voisines leurs gestes se trouveront fidèlement répétés, au bout d'un certain temps ils trouveront des pierres qu'ils croiront avoir été placées par eux et ils auront l'impression d'avoir construit une surface complètement fermée. Or cependant ils pourront,

sans le traverser, aller voir ce qui se passe de l'autre côté du mur, car il leur suffira d'aller en examiner l'autre face dans la case voisine.

Si des êtres habitués à un tel espace, y ayant vécu de tout temps ainsi que leurs ancêtres les plus reculés, venaient chez nous, il est vraisemblable qu'ils trouveraient absurde notre conception euclidienne d'un univers infini, qu'ils se croiraient encore dans un univers comme le leur, mais avec des parallélipipèdes de dimensions considérables par rapport à celles du domaine que nos faibles sens nous permettent d'explorer[1].

Je ne pense pas du reste qu'un tel univers puisse avoir une signification physique, et c'est surtout pour la curiosité d'une conception assez amusante que j'ai tenu à en parler[1].

R. Thiry,
Maître de conférences à la Faculté des Sciences de Strasbourg.

1. Peu après avoir fait cette communication, j'ai eu connaissance des épreuves d'un intéressant ouvrage, paru aujourd'hui, de M. E. BOREL : *L'espace et le temps* où se trouvent développées, entre autres, des idées analogues.

2. Il est à peine utile de faire remarquer que, par raison de simplicité, je me suis borné à *l'espace* à 3 dimensions. Pour entrer complètement dans les vues relativistes, c'est sur *l'espace-temps* à 4 dimensions qu'il faudrait raisonner.

LE CAMPHRIER

ACCLIMATATION. — CULTURE. — RENDEMENT

On sait que le pays de prédilection pour la culture du camphrier est le Japon, qui possède aujourd'hui un véritable monopole pour la production du camphre naturel.

Pour réserver à peu près exclusivement à ses nationaux le monopole de l'industrie du celluloïd, le Gouvernement japonais a apporté depuis quelques années une série de restrictions à l'exportation du camphre brut. Aussi les acheteurs européens et américains ont-ils jeté les yeux sur d'autres sources de ce produit.

Etant donné l'intérêt de cette question, nous nous proposons d'étudier les principales régions où l'on pourrait tenter avec succès la culture du camphrier, les méthodes à employer et les rendements en camphre obtenus en divers points du globe.

I. — L'ACCLIMATATION

On rencontre le *Cinnamomum Camphora* dans quelques parcs ou jardins du littoral de la Provence, où croît l'oranger, et où, il est vrai, on le confond quelquefois avec des espèces voisines, comme le *C. inunctum*, le *C. glanduliferum*, ou avec des hybrides de ces trois types.

En particulier, nous avons vu, à la villa Thuret, à Antibes, un beau spécimen de *C. Camphora* et un autre de *C. glanduliferum*, semé là en 1902. Ses feuilles sont plus larges que celles du premier, mais il donne peu de graines.

Le *Camphrier de Formose* (*C. Camphora*) pousse très bien dans les sols forestiers du *littoral algérien*, où il y a, dit le Dr Trabut, de très beaux sujets, dispersés dans de nombreuses localités : Alger, Blida, Bougie, El-Milia, El-Hanser. Depuis 1892, ce savant s'est efforcé de le faire adopter, en vue de l'extraction du camphre des feuilles. En 1919, des plantations ont été faites par le Service forestier, sur plusieurs hectares, dans la forêt de Doumia, les plantes étant fournies par le Jardin d'essai d'Alger. Le *Camphora inuncta* croît aussi en Algérie, mais il ne donne pas de camphre. Enfin, au Jardin botanique d'Alger, le Dr Trabut a signalé, encore, un hybride de *Cinnamomum Camphora*.

D'après Rivière et Lecq, le *Laurus Camphora* n'a aucun avenir économique dans le Nord de l'Afrique. On a donné, disent-ils, une bien fausse indication, en signalant que l'est de l'Algérie, les environs de Constantine, seraient des régions à sa convenance, oubliant que le froid y est prolongé et très vif, puisque le thermomètre descend souvent au-dessous de —10° et —15°.

En Italie, le *Laurus Camphora* est acclimaté à Naples et aux environs (Capodimonte, Portici), à Caserte (Parc royal), à Rome, Pise, Florence, sur la Riviera, sur le Lac Majeur (Isola Bella), etc. M. Giglioli recommande la culture dans les parties littorales peu exposées aux vents et où le sol n'est pas trop aride.

Ce savant a reconnu, aussi, en Italie, le *C. glanduliferum*, et des hybrides.

Dans les Etats malais, les premières graines de *Cinnamomum Camphora* ont été apportées en 1904. D'après M. Sandmann, les arbres ainsi obtenus seraient aussi beaux, aujourd'hui, que ceux du même âge qu'il a vus au Japon.

Le Camphrier est acclimaté, encore, en Egypte, en Afrique orientale (ancienne colonie allemande, et colonie anglaise), à Madagascar, où il aurait

été introduit il y a près de 30 ans ; à la Réunion, à Maurice ; aux Iles Hawaï (Sandwich) ; en Australie ; aux Canaries ; à Buenos-Ayres, en Californie, où les étés sont chauds et secs ; dans la Caroline du Sud, où il fait froid en hiver.

D'après Dewey, aux Etats-Unis, la limite septentrionale du Camphrier serait Charleston et Summerville, dans la Caroline du Sud ; Augusta, en Géorgie ; Oakland, en Californie. Depuis une cinquantaine d'années, on cultivait l'arbre en question en Floride, comme sujet d'ornement, ou pour former des haies brise-vent, à la façon des cyprès en Provence. Mais vers 1905, les pépiniéristes de ce pays expédièrent une grande quantité de plants dans d'autres régions des Etats du Sud de l'Union, pour l'exploitation possible de l'arbre, au point de vue de l'extraction du camphre. Dès 1912, l'Union importait moins de ce produit du Japon. Une plantation de 7 à 8 hectares suffirait pour rémunérer la construction d'une distillerie. En 1912, le prix de vente en gros oscillait entre 8 et 12 francs le kilog.

L'aire géographique que peut occuper le Camphrier est, on le voit, très vaste. Voici encore quelques renseignements concernant les conditions climatériques :

Le *Laurus Camphora*, très âgé, résisterait, au Japon, à des froids de —9 à —11° C., pendant 70 à 80 nuits d'hiver ; il donne du camphre à 2.700 mètres d'altitude dans l'Inde anglaise ; il craindrait —10° à —15° C. dans la région de Constantine (Algérie).

Dans l'Ile Formose (Japon), le Camphrier croît, dans les forêts du Nord, depuis la plaine jusqu'à 1.000 mètres ; dans le Centre, on le trouve entre 200 m. et 1.500 m. ; il est plus rare dans la partie tout à fait méridionale.

A Ceylan, où l'espèce est connue depuis 1852, et où on la cultive assez abondamment depuis 1895, après que la station d'Hagkata eut distribué de jeunes plants, produits avec des graines reçues du Japon, on a obtenu de bons résultats en sol approprié, aussi bien à l'altitude de 80 m., où la hauteur des pluies, par an, atteint 1 m. 40 pour 104 jours, qu'à 2.150 m., où le sol reçoit, annuellement, 5 m. 4 d'eau, en 217 jours.

S. Hood dit qu'en Floride, des conditions climatériques et des précipitations atmosphériques variables sont à considérer dans la culture, comme provoquant de notables variations annuelles. L'Administration de l'Agriculture des Etats-Unis a conclu de ses travaux que les meilleures conditions climatériques, pour la culture du *Laurus Camphora* dans ce pays, sont : température minimum d'hiver de — 6 à — 7°C. ; 1 m. 25, au moins, de pluie, pendant la saison chaude.

« Le Camphrier, écrivent MM. Rivière et Lecq est peu rare dans les jardins de la Provence chaude et sur le littoral algérien ; il s'avance, même, dans les parties montagneuses, où le thermomètre accuse souvent — 5°. Mais il est prudent de ne pas l'exposer à des abaissements plus forts, et répétés. Si le *Laurus Camphora* est rustique dans les parties chaudes et tempérées, il n'est, cependant, pas partout de croissance très rapide, et comme il exige de bonnes terres, et une bonne exposition, il paraît économiquement impossible d'attendre 40 à 50 ans le développement d'un arbre, avant de l'abattre, pour en distiller toutes les parties. »

A un autre point de vue, tout au moins dans une situation économique mondiale plus normale que celle que nous traversons, il y a lieu, aussi, de bien examiner, pour chaque contrée, si les frais de main-d'œuvre, pour l'extraction du camphre de plantation, permettraient de le faire entrer en concurrence avec le camphre de Formose et de la Chine, où il est obtenu sans grande dépense, sur des arbres sauvages traités intensivement, sans souci de l'avenir.

II. — Culture du Camphrier commun

§ 1. — Semis

C'est le meilleur mode de multiplication pour cet arbre. Mais étant donnée la faible production en graines des gros Camphriers acclimatés en Europe, on est obligé d'avoir recours aux semences du Japon. Or, soit en raison de leur altération possible, pendant ce long voyage, soit à cause du faible pouvoir germinatif naturel de l'embryon, de par la constitution de la graine (elle est oléagineuse), soit pour tout autre motif, comme retard dans l'expédition, défaut de soins dans la récolte, on a dit que la levée des semences est très aléatoire. On sait, d'autre part, qu'un moment le Japon, pour mieux compléter son œuvre de monopolisation, se disposait à interdire la vente et l'exportation des semences de Camphrier.

Le prof. Cavara, qui a eu l'occasion de semer, à plusieurs reprises, des graines du Japon (de la Yokohama Nursery), a constaté, contrairement à ce que l'on prétend, qu'elles germent parfaitement, donnant des plantes vigoureuses, qui, une fois confiées à la pleine terre, prirent, en peu d'années, un développement merveilleux. Avec des semis pratiqués au Jardin botanique royal de Naples, on a pu faire, après 3 ans, une plantation de *Laurus Camphora*, sous forme de taillis bas, en vue d'une utilisation soignée des feuilles et des rameaux, pour l'extraction du camphre par distillation.

Le Dr Trabut, qui, dès 1892, employa des graines de variétés de Camphriers exploités en Extrême-Orient, obtint des sujets qui prirent, rapidement, un grand développement, au Jardin botanique d'Alger, et donnèrent 1,26 °/₀ de camphre dans les feuilles.

Quoi qu'il en soit, si les graines doivent voyager un certain temps, venir du Japon ou de la Chine, par exemple, d'où elles doivent être expédiées en octobre, novembre, ou décembre, il faut les placer dans de la poudre de charbon de bois, un peu humide, ou toute autre matière pulvérulente non altérable, ce qui constitue, en somme, une sorte de stratification. On a conseillé, aussi, pour les conserver fraîches un certain temps, de les tenir à l'abri de l'air, dans des bouteilles ou des flacons soigneusement fermés.

Ce qui est certain, c'est que les graines qui mûrissent dans notre Midi en septembre-octobre germent là assez facilement. Il n'est pas rare, en effet, de voir de jeunes sujets nés du semis naturel de fruits tombés des arbres.

Rappelons que, d'après Russel (Washington), l'enlèvement de la pulpe des graines hâte, en moyenne, de deux semaines la germination ; en outre, cela fait plus que quintupler le pourcentage de germination, relativement aux graines qui ont conservé leur pulpe. Les semis provenant de graines dont la pulpe a été enlevée donnent, par transplantation, un arbre plus haut, plus gros, plus vigoureux, qu'un semis de graines ayant conservé leur pulpe. En résumé, dit l'auteur, la suppression de la pulpe augmente le pouvoir germinatif de 200 %, au moins, ce qui, joint au développement plus vigoureux des plantes, compense largement les frais que l'opération entraîne.

Avant de confier les semences au sol, il peut être bon de les laisser dans l'eau durant 24 à 48 heures. S'il y en a qui surnagent, on les élimine.

A la villa Thuret (Antibes), qui est dirigée par le Dr Poirault, secondé par M. Tessier, chef de culture, on a semé, à la façon ordinaire, en terrine, en janvier 1921, des graines du *Cinnamomum Camphora* qui pousse dans le parc, et qui sont mûres en automne. Bien que la germination ne fût pas régulière, toutes les semences, ou à peu près, ont levé après 2 mois 1/2 à 3 mois, en serre, à la température de 12 à 15°. Une fois assez fortes, on mettra les plantules en godets (une par vase), pour les planter définitivement, en plein air, en automne, avec la motte.

Suivant les régions, on pourrait aussi faire le semis en automne, et en pépinière, en plein air, en lignes. On éviterait ainsi les manipulations de rempotage d'une grande quantité de sujets et l'achat des terrines et des godets. Cependant, il faudrait vérifier si les plants, qui sont à racine pivotante, ont une reprise suffisante après la mise en place sans motte.

La *pépinière* doit être établie en *sol* sain, donc léger, perméable (le mélanger, au besoin, avec du sable) et, en outre, bien préparé. On peut, ainsi, semer en poquets espacés de 15 à 20 cm. environ, dans lesquels on met 2 ou 3 graines, que l'on recouvre de 2 à 3 centimètres de terreau, ou de terre fine. On donne, ensuite, des arrosages suffisants, et abrite contre le soleil trop ardent.

Signalons qu'au Texas, on aurait obtenu de bons résultats en semant les graines à la façon du blé. Quand les plantes ont 1m., on les coupe à 30 cm. du sol, pour les distiller. Elles repoussent, et l'on peut récolter à nouveau.

S. Hood, en Floride, dit que, le rendement en camphre dépendant, en grande partie, de l'accroissement du végétal, le *forçage* donnerait une plus grande quantité de matière première, et plus riche.

§ 2. — Bouturage. Marcottage. Greffage

Ces procédés sont plus rarement mis à contribution, pour la multiplication du Camphrier.

D'après ce que nous avons appris à la Villa Thuret (Antibes), le *bouturage* du *Cinnamomum Camphora* ne réussit pas, même quand on applique le mode opératoire spécial employé en pareil cas, et que voici :

Mettre, par les fortes chaleurs de l'été, du 15 juin au 15 août, dans le Midi, les boutures en plein soleil, *sous châssis vitré*, et par les hautes températures de la journée ; les bassiner souvent (toutes les cinq minutes), sinon on risque de les laisser brûler. En somme, s'il faut beaucoup de chaleur, il est indispensable d'entretenir, aussi, beaucoup d'humidité : on doit voir la rosée sur les feuilles. Malgré ces conditions, nous le répétons, la reprise ne s'est pas faite.

La plantation de fragments de drageons serait préférable, d'après M. Nock, de Ceylan.

Pour le Dr Trabut, le *bouturage* est possible.

M. Jumelle conseille de choisir des rameaux de l'année, suffisamment aoûtés, mais, cependant, pas trop durs, de l'épaisseur d'un gros crayon, et de 15 à 22 cm. de longueur. On les sectionne net, juste au-dessous d'un nœud, puis les met en pépinière, en terre sablonneuse, bien préparée et fertile. Les lignes sont espacées de 22 à 30 cm. et les branchettes de 7 à 8 cm. sur elles. Enfin, ces dernières sont enterrées de façon que 2 ou 3 bourgeons, seulement, sortent du sol.

Le Dr Trabut estime que l'on peut *greffer* facilement les variétés de Camphrier du Japon riches en camphre, sur le *Camphora inuncta*. Elles donnent, sur ce pied, autant de camphre, bien que le support ne soit pas producteur de ce produit.

La greffe, dit Jumelle, passe pour être facile. On peut la faire sur des pieds dont les espèces sont voisines du *Laurus Camphora*. C'est le greffage sur *Cinnamomum glanduliferum*, qui est le plus intéressant, pour les pays qui correspondent à la limite de végétation du Camphrier, car il est un peu plus résistant au froid que le *Cinnamomum Camphora*. On peut, ailleurs, essayer le *Cinnamomum inunctum*.

§ 3. — **Plantation**

La future plantation doit être établie dans un endroit bien *exposé*, aussi abrité que possible des vents froids, ou violents.

En Floride, S. Hood dit que le plus léger ombrage est nuisible au Camphrier; il tend à abaisser le pourcentage du camphre dans les feuilles, et il diminue aussi la surface foliaire totale de la plante.

En ce qui concerne la *nature du sol*, aussi bien au point de vue constitution physique que degré de fertilité, les avis sont partagés. Il faut préférer, dit Jumelle, les terrains profonds, légers, plutôt sableux, très calcaires, riches en humus. Dans les provinces du sud des Etats-Unis, le Camphrier prospérerait dans les sols pauvres, sablonneux, où nulle autre culture ne peut se développer. En Californie, on a remarqué que le terrain peut être, sans trop d'inconvénient, un peu saumâtre. Les observations de S. Hood, en Floride, lui ont montré que les rendements les plus élevés en camphre sont obtenus dans les sols les meilleurs, particulièrement dans ceux qui sont argileux, compacts, tandis qu'ils sont inférieurs quand le sol devient plus léger, plus sablonneux. D'une façon exceptionnelle, ce savant a observé que dans un terrain très pauvre, où les plantes s'étaient rabougries, le pourcentage en camphre, dans les feuilles, était plutôt élevé.

A la villa Thuret, à Antibes, on peut voir un beau spécimen de *Cinnamomum Camphora* en terre forte, et, à Cannes, à la Villa Menier, un type semblable, de belle venue, en terre légère. Mais on ne connaît pas la teneur en camphre dans ces deux situations.

En Algérie, disent Rivière et Lecq, le *Laurus Camphora* exige de bonnes terres.

D'après Bamber, les sols de Hagkala, excellents pour le *Camphora*, ont la composition suivante : 5 % d'eau, 14,5 de matière organique ; 8,5 d'oxyde de fer et manganèse; 11,3 d'oxyde de fer et aluminium ; 0,14 de chaux; 0,072 de magnésie; 0,030 de potasse ; 0,012 d'acide phosphorique, et 60,6 de sable et silicates.

L'*âge des plants* à mettre à demeure varie avec les régions, le mode de multiplication adopté, le genre de culture, etc.

En Floride, les sujets venus de semis sont plantés en décembre, quand ils ont atteint 50 à 70 cm., soit à 2 à 3 ans. On les débarrasse de toutes leurs feuilles, et des plus petites branches; on épointe le pivot et rafraichit les radicelles.

Nous avons dit que la plantation avec la motte facilite la reprise. Peut-être, le repiquage en pépinière, quelque temps après la levée, en fortifiant le système radiculaire, donnerait-il des plantes mieux constituées et plus prospères.

L'utilisation des petites branches et des feuilles des tout jeunes camphriers, pour l'extraction du camphre, que l'on tend à adopter aujourd'hui, car on ne saurait attendre un âge avancé pour exploiter le bois, à la façon par trop radicale suivie au Japon, est facilitée par la conduite des arbres à basse tige.

Aux Etats-Unis, dit Jumelle, on taille le Camphrier 5 ou 6 ans après le semis, quand il a atteint 2 m. à 2 m. 5. On le plante en lignes espacées de 4 m. 5, les pieds étant à 1 m. 80 sur ces lignes. Au Japon, à Izu, à la limite septentrionale de la culture, on compte 7 ou 8 sujets par are; chacun d'eux dispose, donc, de 13 m. carrés environ. Mais il est probable que les arbres ne sont pas taillés aussi bas qu'aux Etats-Unis. Dans les Etats Malais on met 1.750 pieds à l'hectare.

Les soins en *cours de végétation* consistent en sarclages, en binages, pendant au moins quelques années. Par la suite, des labours fréquents maintiendront le sol suffisamment meuble et propre. Un point capital est de ne pas ménager les irrigations, qui seront abondantes en été, à moins que le terrain ne soit assez frais.

On possède peu de données sur la nature des *engrais* qui conviennent le mieux au Camphrier. Mais il est à supposer que ses exigences, à ce point de vue, sont du même ordre que celles des autres arbres. Tout en ignorant l'action spécifique des principes azote, acide phosphorique, potasse et chaux, dans la production du camphre, il est certain que l'on a tout intérêt ici à favoriser le développement foliacé, le parenchyme du végétal. Or, on sait que l'*azote* est, en l'espèce, un facteur de premier ordre. Les fumures organiques azotées seront donc abondantes; et, au moment où la végétation est le plus active, on se trouvera certainement bien de l'emploi du nitrate de soude, du sulfate d'ammoniaque, ou de tout autre ingrédient à *azote* rapidement assimilable

III. — RENDEMENTS

Les rendements en camphre du *C. Camphora* diffèrent suivant les climats, la saison, la température, l'âge des arbres, suivant, aussi, que la matière est distillée fraîche ou sèche, séchée au soleil ou à l'ombre, enfin suivant le mode de distillation.

Dans le rendement, il faudrait tenir compte aussi de l'huile de camphrier, qui dissout une partie de ce dernier, en en indiquant la proportion.

A Formose et en Chine en général, on n'obtient guère, au total, que 2 % d'huile et de camphre. Mais, d'après M. Moriya, en procédant avec soin, on peut retirer 2,21 % des petites branches; 2,70, des branches ordinaires; 3,84, de la partie supérieure du tronc; 4,23, de la partie inférieure; 5,49, de la partie supérieure de la souche; 5,74 de la parite inférieure; 4,46 des racines; soit, en moyenne, 4,22 %.

A Soukhoum (Caucase), les *feuilles* fraîches de *Cinnamomum Camphora*, âgé d'environ 20 ans, contiennent 0,9 % de camphre brut, en y comprenant l'huile de camphrier (77,4 % de camphre, 2,26 d'huile). Les gros rameaux, d'un diamètre de 4 à 6 cm.; ne contenaient que 0,09 % d'une masse oléagineuse, de couleur jaune, à odeur de camphre; mais ce dernier ne se sépara pas.

Selon le prof. Giglioli, la distribution du camphre dans les diverses parties du *Cinnamomum Camphora* poussant en Italie est la suivante: cinq analyses ont fourni, comme moyenne dans le feuillage tendre, 0,70 %; 97 analyses de feuillage vert, 1,20 %; six analyses de feuilles sèches, 2,18 %; quatorze de bois jeune, 0,10 %.

D'après l'ouvrage de Gildemeister « *Les huiles essentielles* » (traduction française, 1914), les feuilles et rameaux de diverses provenances de *Laurus Camphora* ont donné : Ceylan et Inde : feuilles et rameaux, 1 % de camphre; Antilles : feuilles vertes, 1,2 à 1,5; Jamaïque : feuilles sèches, 1,57; Afrique Orientale : 1,55; Archipel Malais : feuilles vertes, 1,17 à 1,2; feuilles séchées à l'air, 1,10 à 1,16; Etats-Unis : feuilles sèches, 2; Italie : feuilles vertes, 1,2 à 1,5; feuilles sèches, 2,4 à 3.

Ainsi, le Camphrier italien a les feuilles les plus riches. Mais, par contre, ses autres parties, branches, tronc, racines, sont de beaucoup inférieures au Camphrier japonais. Les copeaux du tronc, par exemple, ne donnent que 0,10 %, contre 2 % obtenus au Japon.

La supériorité des feuilles sèches italiennes semble tenir, outre la moindre quantité d'eau, à une oxydation accélérée de l'huile de camphrier pendant les derniers stades de la vie de ces organes. Quant au tronc, la différence est peut-être due, plus qu'à la diversité du climat, à l'élaboration différente dans les cellules des jeunes plantes, comparativement aux plantes adultes, ou âgées. Dans les premières, il y a plus d'essence (huile de camphrier), dans les secondes, plus de camphre. Les rapports varient suivant les organes de la plante et même avec les saisons : en hiver, on trouve plus de camphre; en été, plus d'essence. Sur cent parties extraites, par distillation, des feuilles du Camphrier italien, il y a environ 1/3 d'huile de camphrier.

Les recherches faites par MM. Campbell et Eaton, à Sélangor (Inde), ont donné les rendements suivants : feuilles, 1 %; tronc et gros rameaux, 0,66; petits rameaux, 0,21.

M. Trabut, distillant, à Alger, des feuilles et des brindilles de variétés de camphriers d'Orient, venus de semis dans cette ville, obtint 1 à 1,70 % de camphre pur (il existe surtout dans les feuilles; les rameaux n'en contiennent que des traces). Mais il n'en obtint pas avec d'anciens camphriers d'Alger, que Hardy désignait sous le nom de *Camphora inuncta*.

En Italie, M. Giglioli admet qu'un arbre de 15 ans peut fournir annuellement 35 k. de feuilles fraîches; et un sujet plus âgé, 50 k. Ainsi, suivant l'âge, il faut deux ou trois arbres pour produire 1 k. de camphre, et 0 k. 93 d'essence.

En ce qui concerne le *rendement d'un hectare*, il y a à tenir compte, en outre de ce que nous avons dit, de la densité de la plantation, de l'importance et du nombre des tailles.

Lommel et Amani estiment qu'avec deux tailles annuelles, on peut avoir, par hectare, 145 k. de camphre et 46 k. d'huile.

Pour le Dr Trabut, en Algérie, une plantation de Camphriers de Formose donnerait, à 25 ans, 30 tonnes de brindilles par hectare. Avec un minimum de 1 % de camphre, cela ferait 300 k., et à peu près autant d'huile de camphrier.

D'après Hood et H. Eric, aux Etats-Unis, avec des haies de Camphriers plantés à 4 m. 5 sur 1 m. 80, et exploités à 5 ou 6 ans, quand ils ont atteint 2 m. 5, on obtient, chaque année, avec deux tailles, et par hectare, 20 tonnes de matière verte (feuilles et menues branches), qui peuvent fournir 200 k. à 225 k. de camphre marchand. Ambrose Warner cite, paraît-il, des résultats analogues en Afrique du Sud.

Dans les Etats fédérés malais, M. Eaton conseille de commencer la taille à 3 ans. On peut, ainsi, obtenir environ 12 tonnes par hectare, en une seule coupe, soit 36 tonnes par an, en 3 tailles. Aux coupes suivantes, le rendement sera moindre, mais on aura à peu près la même quantité de camphre, car ces coupes seront constituées principalement en feuilles. En calculant d'après ces seules feuilles, on compte qu'un hectare de camphriers de 3 ans, comprenant 1.750 pieds, doit donner 67 k. de camphre, soit, par an, en trois tailles, 200 k.

Antonin Rolet.
Ingénieur agronome,
Prof. à l'Ecole d'Agriculture d'Antibes.

BIBLIOGRAPHIE

ANALYSES ET INDEX

1° Sciences mathématiques

Laplace (Pierre-Simon). — **Essai philosophique sur les Probabilités.** — 2 *vol. in*-16, *brochés, de* XI + 102 *et de* 108 *pages, de la collection* : Les Maîtres de la pensée scientifique (*Prix* : 6 *fr.*). *Gauthier-Villars et Cie, éditeurs, Paris*, 1921.

L'ouvrage original n'a été publié par Laplace que deux ans après sa *Théorie analytique des Probabilités*, cette œuvre monumentale qui tient dans l'esprit des statisticiens la même place que son *Traité de Mécanique céleste* dans celui des astronomes. Mais l'idée première de cet *Essai*, paru en 1814, doit être cherchée dans une leçon donnée par Laplace aux « Ecoles Normales » de 1795.

Après avoir appliqué toutes les ressources de la science et de son génie dans sa « *Théorie analytique* », Laplace a voulu exposer « sans le secours de l'Analyse, les principes et les résultats généraux de cette théorie, en les appliquant aux questions les plus importantes de la vie ». A vrai dire, certains chapitres de son *Essai* ne peuvent être réellement compris que par des lecteurs possédant une forte culture mathématique, bien que Laplace ait évité avec soin l'usage des formules. Mais la plus grande partie de l'ouvrage peut être lue avec fruit par les profanes. Un grand nombre des considérations de Laplace n'ont rien perdu de leur valeur ; il a su y résumer sa pensée en des formules saisissantes devenues classiques, comme la conclusion exprimée page 105, tome II : « la théorie des probabilités n'est au fond que le bon sens réduit au calcul ».

D'autres chapitres ont été vivement discutés, comme son étude de la probabilité des témoignages et de celle des jugements des tribunaux. Bertrand a raillé avec esprit les efforts faits par Condorcet, Laplace et Poisson pour soumettre ces questions au calcul. Mais il leur prête volontiers, pour mieux les accabler, une naïveté toute gratuite. « Qu'il s'agisse d'un jury d'expropriation, d'un crime contre les personnes ou contre les propriétés, ses formules et ses chiffres », dit Bertrand de Laplace, « n'en reçoivent aucun changement. Un seul renseignement figure dans ses formules : le nombre des voix émises en faveur de chaque opinion ». Vraiment, c'est triompher trop facilement et, à ce jeu, on pourrait prétendre que toutes les prévisions astronomiques formulées par Laplace étaient également sans valeur parce qu'il a constamment négligé l'action des millions d'étoiles qui entourent le Soleil. Ou aussi bien pourrait-on se moquer des actuaires qui utilisent des tables de décès où ne sont point distingués les taux spéciaux aux différents climats, aux différentes professions, etc. — Mais, dans ces exemples, on peut s'assurer que les approximations faites étaient légitimes : les prévisions astronomiques se prêtent à vérification, les compagnies d'assurances fournissent des dividendes, alors qu'on peut toujours disputer de la justesse d'un tribunal judiciaire.

Maurice Fréchet
(Université de Strasbourg).

Gossot (F.), *Général de division d'Artillerie*, et **Liouville** (R.), *Ingénieur en chef des Poudres.* — **Traité de Balistique intérieure.** — 1 *vol. gr. in*-8° *de* 450 *pages, des* Grandes Encyclopédies industrielles. *J.-B. Baillière et fils, éditeurs, Paris.* 1922.

Les applications de la Balistique intérieure ont pris, pendant la guerre, une extension telle que les cas envisagés dans l'ancienne Balistique ne constituent que la moindre partie de ceux qui doivent être étudiés aujourd'hui.

C'est cette extension et cette revision d'ensemble que MM. Gossot et Liouville nous apportent avec leur nouveau traité de Balistique intérieure. Les auteurs conservent les principes qui ont été la base de leurs travaux antérieurs.

Rappelons brièvement ces principes :

C'est Résal qui, le premier, a donné pour le mouvement du projectile dans l'âme des bouches à feu une équation différentielle rattachée à la Thermodynamique. Il supposait, et l'hypothèse n'était pas encore choquante, que la combustion de la poudre était instantanée.

Peu d'années après, Sarrau faisait intervenir les véritables conditions du phénomène en tenant compte de la durée de combustion des poudres. L'expérience n'avait jusque-là fourni aucune mesure directe de cette durée et cependant, à l'aide des seuls résultats des tirs, Sarrau avait été conduit à penser que la vitesse de combustion de la poudre noire, la seule existant à cette époque, devait être proportionnelle à la racine carrée de la pression.

Les recherches de laboratoire ultérieures ont montré que tout se passe en effet, au point de vue de la quantité de gaz formée à chaque instant, comme si cette loi était vraie.

Les formules données par Sarrau en 1873 mettaient en évidence un théorème de similitude d'une importance fondamentale et qui reste à l'origine de toutes les études ultérieures.

Lorsque les poudres sans fumée prirent la place des poudres noires, les progrès des recherches de laboratoire permettaient de fournir en même temps les données expérimentales relatives au mode de combustion de ces poudres et par suite des bases correctes à la théorie.

Mais, comme il arrive si souvent, ces lois expérimentales ne conduisaient pas à des équations différentielles attaquables par des méthodes d'intégration simples et l'on était tenté, pour arriver aux formules indispensables aux praticiens, de recourir soit aux méthodes d'intégration approchée, soit à des hypothèses propres à faciliter l'intégration, mais en désaccord notable avec la réalité.

Les auteurs du présent ouvrage ne se rallient ni à l'une ni à l'autre de ces deux méthodes. L'intégration par des séries réduites ne leur paraît pas assez sûre,

dans les conditions actuelles où les données du problème remplissent un champ très étendu.

D'autre part, l'approximation consistant à admettre la proportionnalité des vitesses de combustion des poudres à la pression au lieu de la variation expérimentale suivant la puissance 2/3 de cette même pression, leur semble trop loin des réalités pour se prêter à une représentation correcte des phénomènes.

C'est dans l'emploi systématique et nouveau du théorème de similitude signalé par Sarrau que MM. Gossot et Liouville ont cherché et obtenu dès 1905 les moyens d'établir la Balistique intérieure sur des bases solides.

Les formules qu'ils proposent tiennent compte de toutes les lois expérimentales relatives à la combustion des poudres, et en particulier de la valeur du coefficient de vivacité déterminé par des essais de laboratoire : elles ne sont plus sujettes, d'autre part, à des difficultés d'ordre analytique, parce qu'elles ne demandent à l'équation différentielle rigoureuse que la connaissance des groupements caractéristiques des variables du tir qui permettent de construire pour les vitesses une surface et pour les pressions une courbe.

Les auteurs ont construit cette surface et cette courbe au moyen d'un nombre considérable de résultats de tirs accumulés par l'artillerie navale et l'artillerie métropolitaine jusqu'en 1918, et leur représentation analytique, sous ces conditions théoriques, de forme nécessaire, ne présente ni les difficultés ni les objections auxquelles donne lieu l'emploi des séries réduites ou des quadratures dans les méthodes d'intégration.

MM. Gossot et Liouville ont signalé dès 1908 une conséquence inattendue du choix de l'exposant de la pression suivant lequel varie la vitesse de combustion. Lorsque cet exposant est pris égal à l'unité en vue de permettre l'intégration par quadratures, la position du maximum de pression dans l'âme obéit théoriquement à des lois qui ne semblent pas d'accord avec les données expérimentales recueillies jusqu'à ce jour et intéressent d'une façon particulière la construction des bouches à feu.

Il serait d'un grand intérêt que des expériences nouvelles apportent la lumière sur ces questions, aussi importantes au point de vue théorique qu'à celui de la sécurité du tir.

Le but final d'un ouvrage sur la Balistique intérieure ne peut être que la mise à la disposition des praticiens des moyens d'étudier effectivement tous les problèmes qui se posent à lui, soit pour l'utilisation la meilleure de bouches à feu existantes, soit pour la construction des bouches à feu répondant à des conditions nouvelles.

Les auteurs du présent ouvrage ont voulu donner à l'artilleur les moyens de résoudre les problèmes avec sûreté, en évitant tous les tâtonnements, parfois longs et infructueux. A cet effet, ils font connaître des procédés reposant, soit sur l'emploi des tables, qu'ils ont réussi à construire, soit seulement sur les formules elles-mêmes. Aux très nombreuses questions qui se présentent, ils ont pu, grâce à la simplicité attribuée aux fonctions représentatives, grâce aussi à des artifices de calcul, étudiés avec le plus grand soin et très variés, apporter des solutions commodes et rapides qui font de leur traité un véritable *Manuel pour le praticien*. Aucun des traités de Balistique offerts au public ne présentait au même degré ce caractère.

Au cours de leurs recherches, une étude s'est rencontrée qui pouvait passer pour secondaire avant la guerre, mais à laquelle les tirs à longue portée faits sur Paris par les Allemands, ont donné tout au moins un intérêt d'actualité. Il s'agit de savoir quelle est la distribution des pressions derrière le projectile et la force vive emportée par les gaz.

Dans les tirs ordinaires, il n'y a peut-être rien de très important pour la pratique à attendre immédiatement d'une pareille étude, mais la connaissance des phénomènes réels produits dans la masse gazeuse, lorsque son poids atteint ou dépasse celui du projectile, renferme, à n'en pas douter, l'explication de bien des perturbations dans les tirs ordinaires en même temps que des données indispensables à la construction d'artilleries plus puissantes, dont personne ne peut assurer l'inutilité dans l'avenir.

Les auteurs, en prenant pour base les principes établis en 1886 par Hugoniot, ont entrepris sur ce sujet une série de recherches théoriques par lesquelles ils ont cherché à préparer et suggérer des recherches expérimentales.

Bien que le problème ait dû être réduit à une forme pour ainsi dire schématique, on attachera peut-être quelque intérêt aux conclusions, d'après lesquelles il y a lieu de regarder comme faible la différence moyenne des pressions sur la culasse et sur le culot du projectile, tandis qu'une importance très grande doit être attribuée à la force vive emportée par les gaz. Les résultats auxquels les auteurs parviennent leur permettent de rendre compte de ce que l'on sait ou croit savoir concernant les « Berthas » qui ont tiré sur Paris en 1918.

P. Vieille,
Membre de l'Institut.

Salmoiraghi (Angelo), *Ingegnere direttore dell' officina « la Filotechnica », fondata in Milano dal prof. Porro.* — **Guida practica del Geometra Moderno.** *2e édition.* — *1 vol. in-8° de 120 p. avec 15 fig. et 1 planche (Prix : 10 lire). Typographie Umberto Allegretti, via Orti, 2, Milan, 1920.*

Nous devons à l'ingénieur Salmoiraghi, connu aussi comme constructeur d'instruments de précision, une seconde édition italienne de son *Guide du géomètre moderne* publié pour la première fois en français en 1888, en italien en 1910, et qui peut être considéré comme la suite, la seconde partie de son ouvrage « *Instrumenti e Metodi moderni di Geometria applicata* », dont la première partie seule a paru (1880).

Il existe de nombreux manuels analogues publiés en France, mais le volume de M. Salmoiraghi pourra être utilement consulté par ceux de nos géomètres auxquels la langue italienne est tant soit peu intelligible. L'auteur s'est proposé de mettre au courant les lecteurs possédant les premiers éléments des Mathématiques et de la Géométrie appliquée, des méthodes à employer pour

les levés de plans à grande échelle, dans les régions où existe déjà un canevas géodésique, tout comme dans les pays encore inexplorés.

L'auteur attribue une importance primordiale, dans la topographie de détail d'une région étendue, aux méthodes tachéométriques de polygonation. Les premiers chapitres de son ouvrage décrivent les procédés à employer dans le cas où les cheminements primordiaux peuvent s'appuyer sur un réseau géodésique préexistant.

Par la suite, M. Salmoiraghi expose sommairement comment l'ingénieur, appelé à opérer en pays inconnu, peut déterminer rapidement un azimut et une latitude de départ.

Enfin ses derniers chapitres traitent de divers problèmes (compensation du réseau trigonométrique, calcul des coordonnées géographiques, etc.).

Il faut voir dans l'ouvrage dont nous rendons compte un manuel élémentaire sans prétention, mais écrit par un auteur qui possède à fond son métier, et utile par les nombreux exemples numériques qu'il renferme. Nous y avons noté avec plaisir un chaleureux plaidoyer en faveur de la division centésimale du quadrant.

Lieutenant-Colonel Perrier,
Chef de la Section de Géodésie et d'Astronomie au Service Géographique de l'Armée.

2° Sciences physiques

Pacotte (J.). — La Physique théorique nouvelle. *Préface de* M. Em. Borel. — 1 *vol. in*-8° *de* VIII-182 *p.* (*Prix* : 12 *fr.*). *Gauthier-Villars et Cie, éditeurs, Paris*, 1921.

Fondée par Ampère, il y a un siècle, l'Electrodynamique ne s'est tournée définitivement vers le centre électrique lui-même que depuis une vingtaine d'années. Ce fut dans cette orientation, pour la Physique théorique, l'origine d'un profond renouvellement.

La Physique théorique nouvelle s'inspire d'une conception du monde physique, où la loi des actions retardées s'exerçant entre deux mobiles ponctuels électriques joue un rôle prépondérant. Elle a pour origine l'Electrodynamique de Lorentz, qui est la forme définitive de celle de Maxwell. Son étape la plus avancée, qui fait aujourd'hui tant de bruit, est due à Einstein.

Le présent volume est un essai historique, critique et méthodologique sur la science nouvelle. En l'écrivant, l'auteur a voulu tenir une gageure en ne faisant appel, à aucun moment, à aucun appareil mathématique. Peut-être son ouvrage aurait-il gagné en n'écartant pas, d'une façon aussi systématique, un outil dont le maniement est bien connu et habituel à ses lecteurs éventuels. Quoi qu'il en soit, il a entrepris là une tâche, à priori presque impossible à accomplir, et comme le dit M. E. Borel dans sa préface, on doit lui savoir gré de l'avoir cependant tentée, et le féliciter de la manière dont il l'a réalisée.

Aujourd'hui, on substitue, au centre doué de masse d'inertie, le centre uniquement doué de masse électrique, et la Dynamique classique fait place à l'Electrodynamique.

La matière est considérée comme un système électrique et on envisage spécialement le champ électromagnétique quasi stationnaire qu'elle engendre. La radiation électromagnétique est le concept fondamental de la Physique nouvelle.

Le premier chapitre de l'ouvrage envisage donc immédiatement la radiation au point de vue électrodynamique, dans les trois étapes auxquelles s'attachent, respectivement, les noms de Maxwell, Lorentz et Ritz.

La première étape apporte la notion de champ électromagnétique, dont l'existence n'est pas nécessairement liée à celle de courants actuels. La deuxième prend, pour base de l'Electrodynamique, le rapport d'un centre électrique au champ électromagnétique. La troisième enfin fait disparaître la notion de champ : c'est l'action retardée d'un centre sur un autre qui devient la conception fondamentale.

Le phénomène auquel participe la radiation est bien connu : il s'agit d'une action retardée entre deux centres électriques. Une tâche importante est donc de confronter la théorie de ce phénomène et les principes de la Physique ; c'est l'objet des deuxième et troisième chapitres. Eu égard aux questions importantes qui s'y rattachent, le chapitre 2 est consacré à l'étude du principe de relativité.

L'auteur n'a pas suivi une méthode uniforme et a préféré traiter chaque principe d'une manière conforme au genre de difficulté qu'il présente. Pour la plupart des principes, il a montré leur rapport avec plusieurs conceptions de l'Electrodynamique. Il a même parfois introduit, dans la discussion, des théories électrodynamiques antérieures à Maxwell, ou même des théories de ce physicien où n'intervient pas encore la radiation.

Le quatrième chapitre traite du rapport entre la radiation et la matière. M. Pacotte y a d'abord porté son attention sur la méthode en Optique physique, et présente, d'un point de vue logique plutôt qu'historique, les différents stades de l'explication du phénomène. La fin de ce chapitre est consacrée à l'équivalence entre la matière et l'énergie électromagnétique. Il montre comment la théorie statistique des quanta de Planck, et le désir de maintenir les principes de la masse et de la réaction, ont conduit Einstein à reprendre en Optique l'hypothèse de l'émission corpusculaire de Newton.

Enfin, le cinquième et dernier chapitre est un exposé des conceptions mécanistes de l'éther.

La Physique contemporaine a dégagé la question purement positive de la radiation ; le rôle de l'éther se trouve ainsi diminué. Comme la question de la nature de l'éther est devenue inutile à beaucoup d'égards et paraît même insoluble, les physiciens s'en détournent.

Il y a plus : la Physique nouvelle voit, dans la radiation, un phénomène réel de l'espace où circulent les centres électriques, mais elle discute les principes sans envisager un mécanisme vibrant ; ainsi elle supprime l'éther, et si elle fait usage du terme, c'est seulement pour désigner le champ électromagnétique, ou le repère pour lequel valent les équations aux dérivées partielles de ce champ.

L'ouvrage que voici est donc d'un réel intérêt actuel,

et, comme M. Borel, il faut souhaiter qu'il contribue à orienter de nombreux jeunes gens vers la Physique théorique où l'œuvre restant à accomplir est immense.

L. Potin.

Bouthillon (Léon). — **La théorie et la pratique des Radiocommunications. II. La propagation des ondes électromagnétiques à la surface de la Terre.** — 1 *vol. gr. in*-8° *de* xv-340 *p. avec* 133 *fig. Librairie Delagrave, Paris*, 1921.

M. Léon Bouthillon a entrepris depuis quelques années la rédaction d'une véritable encyclopédie des Radiocommunications. Un pareil ouvrage faisait complètement défaut en France et l'on ne peut que féliciter l'auteur d'avoir cherché à combler une lacune aussi importante. Aussi avons-nous salué avec plaisir l'apparition du premier volume, publié en 1919, et analysé dans la *Revue* du 30 avril 1920 (p. 237). Ce volume était une introduction d'ordre théorique à l'étude de la propagation des ondes hertziennes.

Dans le volume actuel, qui est le second, M. Bouthillon traite successivement du point de vue expérimental et du point de vue théorique le difficile et important problème de la propagation des ondes à la surface de la Terre.

La première partie est intitulée « Constatations expérimentales ». Elle comprend cinq chapitres, qui traitent des lois de propagation à petite distance, des lois de propagation à grande distance, de l'influence de la configuration géographique du sol, des influences météorologiques, enfin des signaux parasites. On trouve dans cette partie la description des dispositifs expérimentaux et l'ensemble des résultats obtenus dans ce domaine. Nous citerons, entre autres, les expériences du commandant Tissot, de W. Duddell, d'Austin, les nombreux essais faits en vue de vérifier la formule bien connue d'Austin. Les travaux récents et en particulier ceux qui ont été accomplis pendant la guerre ont été mis à contribution : ainsi les transmissions par sans fil aux antipodes, les essais de réception faits à bord de sous-marins en plongée trouvent leur place au chapitre II. Les réceptions en ondes amorties et en ondes entretenues sont soigneusement comparées. Le chapitre sur les parasites renferme une collection de documents intéressants de date récente.

La seconde partie, intitulée « Tentatives d'explication », renferme les essais de théorie élaborés en vue de l'interprétation des faits. C'est là surtout que la complexité du problème apparaît nettement. Dans un premier chapitre, l'auteur étudie l'influence des propriétés électro-magnétiques du sol sur la propagation ; dans le suivant, l'effet de la courbure de la Terre; dans le dernier, le rôle de l'atmosphère. Un chapitre de conclusions résume les principaux résultats acquis. Nous signalons, dans cette seconde partie, l'exposé de la théorie déjà assez ancienne de Zenneck et des intéressants calculs de Sommerfeld (chapitres VI), la théorie de Eccles (chapitre VIII) qui tient compte de l'ionisation de l'atmosphère. L'auteur n'a pas craint — avec raison à notre sens — de consacrer une place suffisante à l'étude physique de l'ionisation atmosphérique, qui semble jouer un rôle notable dans la propagation : il y a là une intéressante question de Physique du globe, à laquelle se rattachent les travaux de Störmer, Villard, Birkeland.

L'impression générale qui se dégage de la lecture de l'ouvrage, — et il ne saurait guère en être autrement dans un sujet aussi touffu, — est celle d'une accumulation immense d'efforts expérimentaux et théoriques, qui, sans avoir éclairci complètement les phénomènes, fourniront une base solide aux travaux futurs. Les sans-filistes n'ont pas encore épuisé l'étude des parasites et des lois de propagation, mais il connaissent aujourd'hui, en plus d'instruments d'étude d'une sensibilité presque inespérée, les éléments fondamentaux du problème : leurs progrès seront sans doute rapides.

Le livre de M. Bouthillon nous donne une idée fort complète de l'état actuel de la question et restera un ouvrage de documentation de la plus grande utilité. J'ajoute pour terminer que l'éditeur a fait un effort très louable pour améliorer la typographie, et que la correction du texte et des formules est devenue à peu près satisfaisante.

Eugène Bloch.

Montoriol (E.), *Inspecteur des Postes et Télégraphes, Professeur à l'Ecole supérieure des Postes et Télégraphes.* — **Appareils et Installations télégraphiques.** *Préface de* M. A. Blondel, *Membre de l'Institut.* — *Un vol. grand in*-8 *de* vi-625 *pages avec* 440 *fig.* (*Prix* : 40 *fr. broché*, 50 *fr. relié souple*). *J.-B. Baillière et fils, éditeurs, Paris*, 1921.

L'ouvrage que vient de publier M. Montoriol est le premier volume paraissant dans l'*Encyclopédie d'Electricité industrielle* que publie la librairie Baillière sous la direction de M. Blondel et qui doit constituer un tableau d'ensemble de la grande industrie électrique, de ses principes et de son adaptation à la solution des problèmes industriels.

La technique télégraphique constitue une branche très spécialisée, mais fort importante de l'électricité insdustrielle ; elle exige des connaissances théoriques approfondies et comprend des données constructives poussées jusqu'au moindre détail, suivant qu'il s'agit de la propagation des courants ou de l'agencement des postes. Pour traiter ce dernier sujet, nul n'était mieux qualifié que M. Montoriol, à la fois par son enseignement à l'Ecole supérieure des Postes et Télégraphes et par sa longue pratique des appareils télégraphiques ; son ouvrage est caractérisé par un exposé très clair, quoique très documenté, une classification rationnelle des différents systèmes et une comparaison fondée sur les leçons de l'expérience.

L'auteur insiste particulièrement sur le fonctionnement des appareils français et illustre son exposé par la description d'installations types choisies dans notre réseau national. Il ne néglige cependant pas les appareils étrangers et fait d'une façon pénétrante la critique des différents systèmes : il estime que l'outillage français pourrait être réduit d'une part à l'appareil Morse pour les lignes à faible trafic, d'autre part au Baudot à transmission automatique pour toutes les autres communications. Dans l'état actuel de la technique, ce dernier

système occupe la première place, tant à cause de sa portée théoriquement illimitée que par sa souplesse et sa rapidité de transmission, et il la conservera aussi longtemps qu'un système basé sur un principe nouveau ne viendra pas la lui disputer.

D'un intérêt constant et d'une grande utilité pratique, cet ouvrage, destiné surtout aux professionnels français, expose d'une façon claire et précise les problèmes les plus délicats de l'exploitation télégraphique et répond ainsi parfaitement à son but.

A. Lange,
Chef de travaux à l'Ecole supérieure d'Electricité.

Pascal (Paul). — **Métallurgie.** *Leçons professées à la Faculté des Sciences de Lille et à l'Institut industriel du Nord.* — 2 *vol.*, *l'un de* 192 *pages avec* 128 *fig.* (*Prix* : 25 *fr.*), *l'autre de* 330 *pages avec* 173 *fig.* (*Prix* : 35 *fr.*). *G. Janny, éditeur, 4, place Philippe-Lebon, Lille*, 1921.

La première partie de ce traité de Métallurgie contient, après une étude sommaire des minerais, un exposé assez complet de la préparation mécanique des minerais. Il existe peu d'ouvrages traitant cette intéressante question avec autant de détails et de clarté que celui de M. Pascal; l'étudiant aussi bien que l'ingénieur y trouveront toute la documentation théorique et pratique, mise à jour, nécessaire pour suivre les progrès de cette branche de la métallurgie. Un oubli cependant : les rhéolaveurs France, construits par la Sté de Fives-Lille, excellents pour les minerais et que certains charbonnages ont substitué entièrement aux cribles à secousses.

Le grillage des minerais est traité avec suffisamment de détails, bien que la partie théorique ait été un peu négligée.

La première partie se termine par un exposé succinct de l'élaboration des métaux et sur des données statistiques, dont les plus récentes datent de 1913.

La 2e partie comprend un cours complet, très clair, de sidérurgie, dans lequel les explications théoriques et les descriptions de procédés et d'installations sont en proportions judicieusement équilibrées. Elle se termine par un exposé très à jour de l'électrosidérurgie.

M. Desmarets.

3° Sciences naturelles

Lemoine (Paul), *Professeur de Géologie au Muséum national d'Histoire naturelle.* — **Traité pratique de Géologie** (*d'après* James Geikie : *Structural and Field Geology*). 2e *éd.* — 1 *vol. in*-8° *de* 542 *p. avec* 215 *fig. et* 60 *pl.* (*Prix* : 40 *fr.*). *J. Hermann, éditeur, Paris*, 1922.

Le livre de M. Paul Lemoine occupe dans la littérature scientifique française une place restée longtemps vacante. A côté des ouvrages fondamentaux, comme le magistral « *Traité de Géologie* » de M. Émile Haug, il était indispensable de publier un manuel, où soient développées des notions pratiques qui ne sauraient figurer dans des ouvrages didactiques généraux. C'est le cas notamment des données réunies ici dans les deux importants chapitres « Études sur le terrain » et « Lecture des cartes géologiques ».

La Carte géologique est un instrument de travail précieux pour bien des spécialistes. D'introduction toute récente dans les programmes universitaires, sa connaissance est heureusement exigée aujourd'hui des candidats à la licence dans plusieurs Facultés, ainsi que des aspirants et aspirantes au professorat des Écoles normales. Aussi le remarquable exposé méthodique qui figure dans le livre de M. Paul Lemoine sera-t-il également apprécié de ceux qui se préparent à ces différents examens et des jeunes gens qui se destinent à la carrière d'ingénieur.

Les développements qui ont trait aux cartes géologiques sont heureusement placés par M. Paul Lemoine dans la partie de son livre consacrée à la Géologie appliquée, après le chapitre de la Formation du Relief (applications de la Géologie à la Topographie et à la Géographie physique) et avant ceux qui envisagent les Formations métallifères, les Recherches de matériaux utiles et d'eau, les Études du sol et du sous-sol dans leurs relations avec l'Agriculture.

Par l'homogénéité du texte, la clarté et la netteté du style, le livre de M. Paul Lemoine a su s'assurer un beau succès dès sa première édition parue en 1910. On regrettera que la superbe illustration empruntée à l'ouvrage de James Geikie « *Structural and Field Geology* » n'ait pas bénéficié, comme par le passé, d'une impression sur un papier parfaitement approprié à la finesse de la similigravure. L'éditeur tiendra certainement à honneur de corriger ce petit défaut dans un tirage ultérieur que le nombre toujours croissant des lecteurs de l'intéressant Traité de M. Paul Lemoine rendra sûrement nécessaire dans un avenir très prochain.

L. Joleaud,
Maître de Conférences à la Faculté des Sciences de Paris.

Jenkins (Dr J. Travis), *Superintendent, Lancashire and Western sea Fisheries.* — **A History of the Whale Fisheries.** — 1 *vol. in*-8° *de* 336 *p. avec* 12 *fig.* (*Prix. cart.* : 18 *sh.*). *H. F. et G. Witherby, éditeurs, Londres*, 1921.

Comme le dit très justement l'auteur dans sa Préface, la tâche n'était pas aisée de présenter sous un faible volume une histoire générale des pêches de Cétacés. Cela est d'autant plus vrai qu'aucun essai de ce genre n'avait été tenté et que, s'il existe de bons ouvrages sur les pêches des Hollandais (F. S. Müller), celles des Allemands (Brinner), celles des Américains (Tower), ni en Angleterre ni en France ce sujet n'avait été traité avec quelque ampleur.

L'ouvrage débute par deux chapitres très substantiels, qui lui servent pour ainsi dire d'introduction, sur : I, les Cétacés et leur classification; II, leur valeur économique. Ces sujets sont très largement traités, comme il convient, et l'auteur renvoie pour les détails aux ouvrages qui y sont particulièrement consacrés. Mais il a su admirablement condenser en quelques pages ce qu'il y a d'essentiel à connaître sur le groupe d'animaux dont il s'occupe. On trouvera avec plaisir dans le

1er chapitre, mêlés à l'énumération et à la caractérisation des genres et des espèces, d'utiles renseignements sur leur éthologie et en particulier sur leurs migrations.

On verra dans le 2e chapitre que, dans une usine moderne, presque rien des Cétacés capturés n'est perdu; l'auteur y examine ensuite les diverses réglementations appliquées à la pêche des Cétacés et conclut qu'il sera nécessaire que cette pêche soit soumise sur toute la surface du globe à une réglementation convenable.

Les six autres chapitres sont consacrés au sujet proprement dit de l'ouvrage, l'histoire des pêcheries de Cétacés. Cette histoire présente, dit l'auteur, quatre ou cinq phases bien définies, plus ou moins indépendantes, et il est par conséquent possible de faire l'exposé successif des aspects principaux de ces importantes pêcheries. Il envisage successivement : l'histoire ancienne de ces pêcheries (depuis les si curieux baleiniers basques du xe siècle jusqu'en 1623) [chap. III], la prédominance des baleiniers hollandais (1623-1750) [chap. IV], le système des primes [chap. V], les pêcheries du Sud [chap. VI], les pêcheries américaines [chap. VII] et [chap. VIII], la dernière phase des pêcheries de Cétacés (introduction de la vapeur; le canon porte-harpon et la capture des rorquals ; ... la pêche dans l'Antarctique[1]).

Nous ne pouvons le suivre dans le détail de l'exposé de ces divers sujets. L'étude en est faite avec le plus grand soin et appuyée sur de nombreux et importants documents. Le point de vue historique y domine, naturellement; c'est peut-être un peu trop une histoire commerciale; mais l'auteur a su rendre son ouvrage de haute vulgarisation très attrayant, aussi bien pour le grand public cultivé qui s'intéresse aux questions scientifiques générales que pour les zoologistes qui s'intéressent aux Cétacés. Ce livre est d'une lecture facile et même agréable, tout en étant très instructif.

Le Dr Jenkins insiste à maintes reprises sur la nécessité de restreindre la chasse aux Cétacés et il conclut sa préface en ces termes : « Si dans les quelques décades prochaines la pêche des Cétacés n'a pas complètement disparu, par suite de ce fait que les animaux qui en sont l'objet même auront pratiquement disparu des mers du globe, il faudra que des mesures soient prises pour réglementer cette industrie par une action internationale. Autrement, un groupe d'animaux marins extrêmement intéressant sera chassé jusqu'à son extinction et une grande richesse naturelle rendue sans valeur afin d'enrichir un groupe de spéculateurs et de capitalistes. Ce livre a été écrit dans l'espoir que, avant qu'il soit trop tard, des mesures seront prises pour enrayer cette impitoyable destruction. »

JEAN DELPHY.

Brachet (A.), *Professeur à l'Université de Bruxelles, Correspondant de l'Institut.* — **Traité d'Embryologie des Vertébrés.** — 1 *vol. in*-8° *de* xv-602 *pages avec* 567 *figures* (*Prix* : 60 *fr.*). *Masson et Cie, éditeurs, Paris*, 1922.

Celui qui a devant lui ce beau livre, d'une édition si parfaite, et qui dès la couverture y voit la signature du Professeur Brachet, éprouve tout de suite, avant de l'avoir lu, l'impression agréable et réconfortante, depuis longtemps non ressentie, d'un bel et bon livre et d'un ouvrage fondamental, qui se distingue parmi tous ceux qui dans ces derniers temps ont paru dans le domaine de la Morphologie et même dans celui plus étendu de la Biologie. C'est un beau livre. On avait perdu l'habitude de l'édition soignée, de l'illustration aussi abondante qu'irréprochable. C'est un bon livre. On a, sous la garantie du nom de M. Brachet, toutes les certitudes désirables : que l'information documentaire y est exacte et actuelle, que les faits sont présentés avec ordre et méthode dans leur succession naturelle et dans leur enchaînement logique, et surtout que ce livre contient sur l'Embryologie des Vertébrés tout ce qu'il faut savoir, tout ce qu'on peut regarder comme acquis, tout ce qu'il est intéressant de connaître, et que par conséquent cet ouvrage, bien qu'il soit loin d'avoir des dimensions exagérées, est véritablement un Traité d'Embryologie des Vertébrés.

Il débute par une Introduction, où les questions qui dominent la Morphologie sont présentées en raccourci et dont la lecture est des plus attachantes et des plus profitables. L'exposé de ces grandes questions est fait dans cette Introduction mieux que savamment ; il l'est avec simplicité et bon sens, ces deux qualités de l'homme de science véritable, qui, dédaigneux de la supériorité apparente que lui conférerait une langue difficile à entendre, veut surtout se faire comprendre ; il l'est avec un grand esprit critique, donnant la juste et saine note dans l'acceptation ou le refus des solutions proposées.

L'ouvrage lui-même, comme tout traité similaire, se divise obligatoirement en deux parties : l'*Embryologie générale* et l'*Embryologie spéciale* ou Organogénie. Mais, contrairement aux ouvrages d'Embryologie allemands ou américains, la plus large part est faite à l'Embryologie générale, c'est-à-dire à cette première partie de l'Embryologie qui établit les lignes primordiales et par conséquent principales de l'ontogenèse, et aussi à cette « embryologie causale », comme l'auteur l'a appelée, qui recherche en effet la causalité des premiers processus du développement. La seconde partie, l'Embryologie spéciale, n'occupe dans ce traité qu'une moindre place, parce que l'auteur n'a pas voulu pousser à fond les détails de l'organogenèse et qu'il a considéré sa tâche d'embryologiste comme terminée avec les ébauches des organes. Il y a, à cette manière de faire, une double raison. C'est que d'abord, en effet, c'est l'embryologie générale, et c'est l'embryologie causale surtout, qui est capable de faire de l'Embryologie plus qu'un but d'instruction, mieux qu'une connaissance à acquérir, d'en faire un moyen d'acquisition de la connaissance, de l'élever à la hauteur d'une discipline de valeur générale et pédagogique. Mais, outre cette raison, d'ordre moral en quelque sorte et supérieur, il en est une autre, simplement didactique et pratique. L'Embryologie est la préface d'autres sciences morphologi-

1. Lire à ce sujet : A. STEVENSON, Les pêcheries de baleine des Iles Falkland, dans la *Revue gén. des Sciences* du 30 mars 1915, t. XXVI, p. 181, et surtout : J. NIPPGEN, L'Industrie de la Baleine aux Iles Falkland, dans *La Géographie*, t. XXXVI, 3; 1921.

ques, l'Anatomie, l'Histologie, consacrées à la morphologie des organes et à la structure des tissus de l'adulte. Puisque chronologiquement l'objet de l'Embryologie précède ceux de l'Anatomie et de l'Histologie, logiquement l'étude de l'Embryologie doit aussi précéder celle des autres sciences morphologiques ; l'Embryologie, venue après coup, comme explication en quelque sorte des dispositions réalisées chez l'adulte, perdrait toute sa valeur de science autonome. Or si l'exposé de l'Embryologie ne suppose comme connaissances préalables indispensables que celle de l'existence d'une tête, d'un foie ou d'un tissu musculaire, et si à partir de la première cellule embryonnaire on peut suivre jusqu'à cette région, cet organe et ce tissu les étapes de développement sans crainte d'obscurité, c'est à condition qu'on ait la sagesse de s'arrêter à temps dans la description des processus de l'organogenèse. Le rôle de l'embryologiste est terminé, quand il a fourni à l'anatomiste les ébauches dont celui-ci façonnera les organes de l'adulte, à l'histologiste les cellules que celui-ci différenciera en tissus; ce sera à l'un et à l'autre de prendre la suite de l'organogenèse et d'établir le raccordement avec l'état adulte. C'est selon ces principes et conformément à ces exigences qu'est organisé l'enseignement de l'Embryologie à la Faculté de Médecine de Paris.

On pourrait faire ressortir nombre de qualités caractéristiques de cet ouvrage, témoignant de l'esprit profondément imprégné de sens embryologique avec lequel il a été conçu et rédigé. C'est ainsi que la partie générale révèle un souci très louable d'Embryologie zoologique, pour ne pas dire comparée, dans la description des stades principaux et des processus essentiels. Les groupes de Vertébrés sont examinés séparément les uns des autres, et il y a, toutes les fois qu'il est nécessaire, des paragraphes distincts pour les Sélaciens et les Reptiles. Dans la plupart des traités antérieurs, on pouvait regretter au contraire un certain degré d'anthropomorphisme ou tout au moins de « n'importe qu'isme », à remplacer par le Poulet ou la Torpille la description documentairement déficiente d'un stade ou d'un processus de développement d'un Mammifère ou de l'Homme. Il en résultait un caractère fâcheusement artificiel de la description embryologique, que M. Brachet a certainement voulu éviter. Le même sens profond des réalités embryologiques fait que, dans la seconde partie, dans l'Embryologie spéciale ou Organogenèse, l'auteur, au lieu de décrire, comme dans la plupart des grands et petits traités classiques, les ébauches des organes à partir des feuillets blastodermiques et du mésenchyme, prolongeant ainsi et continuant jusqu'au bout la tyrannie de la doctrine des feuillets, rapprochant sous prétexte d'origine blastodermique commune des organes qui n'ont le plus souvent rien à voir les uns avec les autres, a préféré traiter l'organogenèse par régions et par appareils, donnant ainsi de l'organogenèse une idée moins fragmentaire et plus topographique, partant plus synthétique.

Quant à l'illustration, non seulement on appréciera le grand nombre et la qualité des figures, mais encore on louera le choix de ces figures, qu'on sent sûrement délibéré, empruntées qu'elles sont toujours aux auteurs qui ont fourni les premiers des représentations décisives.

On peut se poser la question de savoir à quelles catégories de lecteurs s'adresse ce traité. On peut sans hésiter répondre : à toutes les catégories. Il servira aux embryologistes de profession à fixer leurs idées dans des questions sur lesquelles beaucoup d'entre eux peuvent être encore flottants. Une catégorie plus large de lecteurs sera formée par les biologistes et spécialement les morphologistes, qui y trouveront une mise au point claire et abrégée de nos connaissances en embryologie. Enfin, malgré les dimensions déjà considérables de cet ouvrage, les étudiants en sciences et en médecine, auxquels la connaissance de l'embryologie est imposée, auront intérêt à l'apprendre dans ce livre, en raison de ses éminentes qualités, s'ils veulent comprendre comme il convient les phénomènes de l'embryologie et surtout s'ils veulent tirer de leur lecture des enseignements généraux.

A. Prenant,
Professeur à la Faculté de Médecine
de l'Université de Paris.

4° Sciences médicales

Boulan (Dr Pierre), *Chef du Service de Radiologie et d'Electrothérapie à l'hôpital de Saint-Germain.* — **Les Agents physiques et la Physiothérapie.** — 1 *vol. in*-16 *de* 160 *p. de la* Collection Payot (*Prix cart.*: 4 *fr.*). *Payot et Cie, Paris*, 1922.

Il est rare de trouver autant de choses dans un petit in-octavo de 160 pages. Kinésithérapie, méthode de Bier, aérothérapie, thermothérapie, cryothérapie, hydrothérapie, photothérapie, électrothérapie, rayons X, corps radioactifs, tout y passe, et non pas sous la forme d'un énoncé fastidieux des notions que tout le monde connaît plus ou moins, mais avec une couleur scientifique qui plaît. L'auteur a même trouvé parfois le moyen de donner des notions historiques fort intéressantes sur l'emploi des agents qu'il décrit, témoin l'électricité pour l'histoire de laquelle il arrive en 4 pages à résumer une conférence très documentée du Dr Turrell d'Oxford et à exposer l'évolution de cette science.

Aujourd'hui que la mode est à la division du travail et aux ouvrages en collaboration, l'opuscule synthétique de Boulan surprend le lecteur parce que l'on trouve en lui l'homme qui a beaucoup lu, et qui, malgré le vaste champ qu'il embrasse, est arrivé, jusque dans le détail, à se tenir presque au courant des sciences qui avancent le plus vite, telles que la Radiologie.

L'ouvrage intéressera tous les médecins non spécialisés; il sera utile pour vulgariser l'emploi des agents physiques en attribuant à chacun d'eux l'importance qu'il mérite.

Dr H. Guilleminot.

ACADÉMIES ET SOCIÉTÉS SAVANTES
DE LA FRANCE ET DE L'ÉTRANGER

ACADÉMIE DES SCIENCES DE PARIS

Séance du 13 Mars 1922

1° Sciences mathématiques. — M. **C. Guichard** : *Sur les réseaux qui sont harmoniques à une congruence C. L. et conjuguée à une autre congruence C. L.* — M. **Maur. Lecat** : *Sur les cayléens et les bicayléens anormaux.* — M. **K. Popoff** : *Sur l'équation générale du type elliptique.* — M. **E. Cartan** : *Sur les espaces généralisés et la théorie de la relativité.* L'Univers d'Einstein peut être regardé comme un Univers euclidien déformé (mais sans torsion). L'Univers de H. Weyl est une déformation de l'Univers de la Relativité restreinte, dans lequel il n'y aurait pas d'unité de longueur fixée une fois pour toutes. — M. **E. Bompiani** : *La géométrie des espaces courbes et le tenseur d'énergie d'Einstein.* — M. **J. Andrade** : *Les problèmes mécaniques des ressorts réglants.* Evaluation de la précision que l'on peut espérer atteindre par l'emploi de spiraux cylindriques convenablement associés dans la poursuite de l'isochronisme des vibrations des chronomètres. — M. **Frontard** : *Logoïdes de glissement des terres.* — M. **E. Fichot** : *Sur le sens de rotation des lignes cotidales autour des points amphidromiques.* Justification d'une intuition de H. Poincaré. — M. **Maur. Hamy** : *Sur une propriété des émulsions photographiques et l'enregistrement des étoiles, pendant les éclipses totales de Soleil, en vue de la vérification de l'effet Einstein.* La lumière résiduelle, émanant du ciel, a pour effet de faciliter l'inscription des images des astres faibles. La photographie des étoiles autour du Soleil, lors d'une éclipse, semble donc devoir être entreprise avec des temps de pose plutôt un peu inférieurs à ceux qui conviennent pour obtenir leur inscription en pleine nuit.

2° Sciences physiques. — M. **M. Siegbahn** : *Sur le degré d'exactitude de la loi de Bragg pour les rayons X.* Réponse à une critique de M. Dauvillier. — Mlle **E. Gleditsch** et M. **B. Samdahl** : *Sur le poids atomique du chlore dans un minéral ancien, l'apatite de Balme.* Le chlore dans l'apatite de Balme a un poids atomique égal à celui du chlore ordinaire ; les variations sont de l'ordre des erreurs expérimentales. Le chlore, à l'époque de la formation des minéraux du magma primaire, comprenait donc déjà les deux isotopes dans le même rapport qu'aujourd'hui. — M. **J. Durand** : *Sur le traitement thermique de quelques fontes de moulage.* L'influence de la trempe et du revenu est d'autant moins accentuée que l'élément modifié par ce traitement, c'est-à-dire le carbone combiné, est en proportion plus faible. — M. **Charriou** : *Sur la séparation de l'oxyde ferrique et de l'alumine d'avec la chaux par la méthode des azotates.* Dans la solution des oxydes mélangée de nitrate d'Am., on précipite le ou les sesquioxydes avec une solution d'ammoniaque à 11 molée. par litre, puis le tout est desséché sans dépasser 150°. La masse est ensuite reprise et lavée par décantation à l'eau bouillante. L'entraînement a été nul dans le cas des deux sesquioxydes pris séparément ; de même dans le cas du mélange des deux sesquioxydes. — M. **Eug. Decarrière** : *Sur le rôle des impuretés gazeuses dans l'oxydation catalytique du gaz ammoniac.* La présence de l'hydrogène sulfuré permet de contre-balancer l'influence si redoutable de l'hydrogène phosphoré dans cette synthèse. — MM. **H. Gault** et **T. Salomon** : *Sur les acides α-alcoyllévuliques.* L'éther acétonylmalonique, préparé par condensation de la monobromacétone avec l'éther malonique sodé, fournit facilement un dérivé sodé qui, condensé avec les iodures alcooliques, conduit aux éthers alcoylacétonylmaloniques. Les acides libres résultant de la saponification de ces éthers perdent une molécule de CO^2 sous l'action de la chaleur en donnant finalement naissance aux acides α-alcoyllévuliques. — M. **E. Grandmougin** : *Sur les leucoindigos acylés et alcoylés.* L'acylation ou l'alcoylation du leucoindigo donne des dérivés O-substitués. Les dérivés acylés s'oxydent en dérivés N-acylés de l'indigo, par suite d'une migration du groupe acylé ; les dérivés alcoylés, par contre, sont saponifiés en régénérant simplement de l'indigo.

3° Sciences naturelles. — M. **Ch. Jacob** : *Les roches éruptives de la série intermédiaire dans le Nord-Annam et le Tonkin.* Ce sont des rhyolites et des porphyrites. Les premières semblent interstratifiées dans le Trias ; les secondes sont contemporaines du charriage des nappes charriées. — M. **P. Corbin** : *Quelques coupes sur la bordure orientale du massif du Vercors.* Ces coupes résument l'interprétation tectonique que l'auteur a donnée précédemment de cette région. — M. **L. Guillaume** : *Les Turritelles tertiaires et actuelles : évolution et migrations.* En ce qui concerne les Turritelles, les rapports entre l'Europe et l'Amérique ont cessé à l'Oligocène ; ils ont persisté jusqu'à la fin du Miocène avec les mers orientales ; enfin au Pliocène les affinités s'établissent avec la faune actuelle des côtes de l'Afrique occidentale et à un moindre degré avec celle de la mer Rouge. — M. **P. Lesage** : *Sur la détermination de la faculté germinative autrement que par la germination des graines.* Critique d'une note récente de Nemec et Duchon et réclamation de priorité. — MM. **J. Bouget** et **Ad. Davy de Virville** : *Influence de la météorologie de l'année 1921 sur le rougissement et la chute des feuilles.* En 1921, année chaude et très sèche, les teintes automnales des feuilles ne se sont pas produites ou ont apparu très tard, dans la région des Pyrénées centrales, et la chute des feuilles a été également très tardive. — M. **R. Poisson** : *L'histogénie des muscles du vol chez la Ranâtre, la Nèpe et les Naucorises.* Les muscles du vol chez ces insectes présentent le plus souvent une histogénèse anormale qui aboutit pour les vibrateurs longitudinaux, soit à la formation d'un organe particulier (organe trachéo-parenchymateux), soit à la disparition presque totale de ces muscles. Cette évolution est caractérisée d'abord par un arrêt dans la multiplication

et le développement des myoblastes, puis secondairement par des phénomènes de dégénérescence. — M. G. **Bourguignon** : *Modifications de la chronaxie des muscles squelettiques et de leurs nerfs, par répercussion de la lésion de neurones auxquels ils sont fonctionnellement associés.* Toute lésion d'un neurone peut avoir une répercussion sur la chronaxie des neurones qui lui sont fonctionnellement associés. Quand il y a contracture ou rigidité, l'attitude paraît liée au rapport des chronaxies des extenseurs et des fléchisseurs, qui sont modifiées. Il paraît y avoir une relation entre le tonus et la chronaxie, à l'état pathologique comme à l'état normal. Au contraire, quand il y a tremblement ou mouvements choréiformes, la chronaxie motrice périphérique reste normale. — MM. **Aug. Lumière** et **H. Couturier** : *Sur les chocs traumatiques.* Les expériences des auteurs conduisent à la conclusion que les accidents du choc traumatique sont dus à la floculation des colloïdes tissulaires lorsqu'ils sont mélangés par le broyage, de sorte que le choc traumatique semble dépendre de la même cause physique que le choc anaphylactique. — MM. **Ch. Nicolle** et **E. Conseil** : *Vaccination préventive par voie digestive chez l'homme.* Les expériences des auteurs prouvent qu'il est possible de vacciner préventivement l'homme par voie digestive contre la fièvre méditerranéenne et la dysenterie bacillaire ; contre cette dernière maladie, l'emploi d'un vaccin est d'ailleurs la seule méthode applicable. Les vaccins étaient constitués par des cultures de bacilles respectifs, stérilisées à 75°. — MM. **C. Levaditi** et **S. Nicolau** : *Les feuillets embryonnaires en rapport avec les affinités du virus vaccinal.* La vaccine, virus filtrant et invisible, offre une affinité élective pour tous les tissus dérivés de l'ectoderme et pour certains organes de provenance endodermique, alors que son affinité pour les tissus d'origine mésodermique est, pour ainsi dire, nulle. — MM. **E. Fernbach** et **G. Rullier** : *Action d'un suc gastrique artificiel sur les granulations pulmonaires tuberculeuses du cobaye.* En traitant par un suc gastrique artificiel les granulations pulmonaires dues à l'inoculation au cobaye de bacilles tuberculeux (race bovine de Vallée), la virulence de ces granulations décroît à peu près régulièrement jusqu'à devenir nulle, à mesure que la durée du temps de contact s'accroît.

Séance du 20 Mars 1922

1° Sciences mathématiques. — M. **G. Mittag-Leffler** : *Le théorème de Cauchy sur l'intégrale d'une fonction entre des limites imaginaires.* — M. **J. Drach** : *Sur la détermination des équations différentielles du second ordre intégrables par quadratures.* — M. **G. Julia** : *Sur la transformation des substitutions rationnelles en substitutions linéaires.* — M. **Stoïlov** : *Sur l'intégrale définie et la mesure des ensembles.* — M. **J. Ubach** : *Sur les observations de l'éclipse partielle de Soleil du 1er octobre 1921, faites à Buenos-Ayres (République Argentine).*

2° Sciences physiques. — M. **G. Guilbert** : *Sur l'observation des nuages en prévision du temps.* Réclamation de priorité, à propos des communications récentes de MM. Wehrlé et Schereschewsky. — M. **F. Michaud** : *Micromanomètre à sensibilité réglable.* Dans cet appareil, formé de deux récipients à large surface reliés par un tube de verre de faible diamètre et remplis partiellement de liquide, on équilibre la pression inconnue agissant dans l'un des flacons en immergeant plus ou moins dans l'autre une aiguille suspendue à un fil qui s'enroule sur un tambour gradué. L'auteur arrive à déceler une différence de pression de 1/1000 de barye. — M. **A. Guillemet** : *Sur un nouvel obturateur d'objectif pour la prise de photographies aériennes avec les appareils à grand foyer.* Cet appareil comprend : 1° un dispositif sélecteur laissant périodiquement passer la lumière pendant une durée totale égale au temps de pose désiré (1/200 à 1/300 de seconde); un dispositif d'armement très simple, qui permet d'utiliser, en temps voulu, ou à intervalles réguliers (obturateur automatique), l'ouverture ainsi périodiquement donnée. — M. **C. Chéneveau** : *Sur une méthode optique pour la détermination de la solubilité réciproque de liquides peu miscibles.* Le procédé préconisé par l'auteur consiste à utiliser la méthode d'autocollimation, en la rendant différentielle. — M. **V. Henri** : *Spectre d'absorption de la vapeur de benzène et grandeurs fondamentales de la molécule de benzène.* Le spectre d'absorption ultraviolet de la vapeur de benzène se compose de quatre séries de bandes superposées, obéissant à des formules déduites de la théorie de Bohr. On déduit de la structure fine des bandes le moment d'inertie de la molécule de benzène, qui est égal à $1,45.10^{-38}$, et ce dernier permet de calculer la distance entre les atomes de carbone, soit $1,85.10^{-8}$ cm., et le diamètre de la molécule, soit $2,6.10^{-8}$ cm. — M. **F. W. Klingstedt** : *Spectre d'absorption ultraviolet du phénol dans différents solvants.* Le spectre d'absorption du phénol dissous dans le pentane ou l'hexane, ou spectre normal, comprend dans l'ultraviolet deux régions : 1° entre $\lambda = 2.860$ et 2.400 A.; 2° entre $\lambda = 2.325$ et l'ultraviolet extrême. Ce spectre se déduit du spectre de la vapeur par élargissement et fusion des bandes, avec déplacement vers le rouge. Le spectre d'absorption du phénol en solution change avec la nature du solvant. — M. **A. Haller** et Mme **Ramart-Lucas** : *Nouveaux caractères distinctifs des trois propanol-2-camphocarbolides fondant respectivement à 141°, 117°-118° et 89°-90°.* La première possède la configuration d'une molécule cis-trans, la seconde celle d'un composé cis-cis. La troisième semble dériver de la première. — MM. **C. Sauvageau** et **G. Denigès** : *A propos des efflorescences du* Rhodymenia palmata ; *présence d'un xylane chez les Algues floridées.* Les auteurs ont retiré, comme Mme Swartz, un pentosane des efflorescences de cette Algue, par extraction à l'eau bouillante. Celui-ci fournit par hydrolyse du xylose : c'est donc un xylane, corps non encore signalé chez les Algues. — M. **G. Tanret** : *Sur la composition chimique de l'ergot de Diss et de l'ergot d'Avoine.* On trouve dans l'ergot de diss et dans l'ergot d'avoine les mêmes principes que dans l'ergot de seigle, mais en proportions très différentes. L'ergot de diss est pauvre en ergotinine cristallisée, alors que celui d'avoine est plus riche que la moyenne des seigles ergotés ordinaires. L'ergot d'avoine semble donc pou-

voir être substitué au seigle ergoté dans tous ses emplois.

3° Sciences naturelles. — M. **H. Joly** : *Sur l'existence de phénomènes de charriage à l'extrémité orientale de la chaîne ibérique, près de Montalban (province de Téruel, Espagne).* — M. **H. Coupin** : *Détermination de l'optimum d'humidité du milieu extérieur chez les Oscillaires.* Si les Oscillaires sont des végétaux normalement aquatiques, elles cherchent à fuir l'eau le plus possible jusqu'à ce qu'elles aient atteint la limite de la sécheresse relative compatible avec leur existence ; il leur faut de l'eau, mais modérément. — M. **A. de Puymaly** : *Reproduction des* Vaucheria *par zoospores amiboïdes.* L'auteur a retrouvé chez le *Vaucheria hamata* DC. le mode de reproduction asexuée, par zoospores amiboïdes, découvert par Stahl en 1879 chez le *V. geminata*. Il a reconnu, d'autre part, que les articles, transportés dans l'eau, se comportent différemment suivant leur âge : les articles âgés, déjà transformés en sporanges, fournissent des spores, tandis que les jeunes, à structure de *Vaucheria*, ne se différencient pas en sporanges et germent directement. — M. **Ch. J. Gravier** : *Sur les relations du Crustacé et de l'Eponge chez les Cirripèdes spongicoles.* D'une part, les tissus de l'Eponge se développant autour et au-dessus du Cirripède fixé à sa surface finissent par l'enfouir complètement. D'autre part l'Eponge, avec ses faisceaux de spicules siliceux, attaque la base calcaire peu épaisse du Cirripède, qu'elle corrode, et finit par pénétrer à l'intérieur de l'animal, qu'elle peut tuer même avant son enfouissement complet.

SOCIÉTÉ FRANÇAISE DE PHYSIQUE

Séances du 3 Mars 1922

M. **Guntz** : *Présentation et propriétés de nouveaux sulfures de zinc phosphorescents.* Le sulfure de zinc phosphorescent vert, connu sous le nom de blende de Sidot, doit sa phosphorescence à une trace de cuivre, impureté phosphorogène. Le fait a été longtemps contesté. L'erreur provient des doses infinitésimales auxquelles le cuivre agit déjà nettement, doses du millionième. A côté du rôle capital joué par l'impureté phosphorogène, le milieu diluant doit aussi avoir son influence. Le sulfure de zinc est dimorphe ; la wurtzite, cristallisée dans le système hexagonal, est la variété phosphorescente habituelle. M. Guntz a également préparé la blende ou sphalérite, variété isotrope, et dont il montre par ses expériences quelques propriétés. La blende diffère de la wurtzite par une plus grande sensibilité à la lumière ; elle est très fluorescente ; la phosphorescence est très brillante, mais de courte durée vis-à-vis de la grande persistance de la wurtzite. M. Guntz expose ensuite les résultats qu'il a obtenus en substituant partiellement le sulfure de cadmium au sulfure de zinc. Ces deux sulfures isomorphes donnent une solution solide du type wurtzite et colorée par le sulfure de cadmium en jaune. Cette coloration est due à l'absorption de la lumière verte, bleue et violette, absorption qui empêche le phosphorogène d'émettre de la lumière verte et bleue. Il en résulte que la couleur de la luminosité se déplace du vert au rouge avec des doses croissantes de sulfure de cadmium. Les expériences faites montrent que les autres propriétés restent identiques, en particulier l'extinction par les rayons rouges et infrarouges ainsi que la thermoluminescence. M. Guntz a pu mettre en évidence ces résultats grâce à la simplicité de la composition du sulfure de zinc ; il critique l'emploi des sulfures alcalinoterreux pour des recherches sur la phosphorescence. Le sulfure de calcium, en particulier, est un mélange complexe où il n'entre pas moitié de sulfure de calcium proprement dit et où on trouve, associés, du sulfate, du carbonate de calcium, de la chaux et même de l'eau car le produit est altérable. M. Guntz termine en donnant quelques indications sur les précautions à prendre pour la manipulation des sulfures phosphorescents.

SOCIÉTÉ CHIMIQUE DE FRANCE

Séance du 24 Février 1922

M. **R. Dubrisay** a étudié *l'action de l'acide borique en solution sur les polyalcools* par la méthode d'analyse physico-chimique basée sur l'observation des températures de miscibilité. L'étude a porté sur les couples glycérine-acide borique, mannite-acide borique et acide-tartrique-acide borique. La formation d'un composé apparaît nettement pour les deux derniers couples, bien que ce composé soit partiellement dissocié. Aucune combinaison ne se manifeste au contraire avec la glycérine. En solution alcoolique, les résultats sont identiques. En présence des alcalis, il y a au contraire dans tous les cas formation d'une combinaison de base, d'acide borique et de polyalcool ; mais ces combinaisons sont encore partiellement dissociées dans les couples mannite-acide borique et glycérine-acide borique. Ces résultats sont identiques à ceux que donnent d'autres méthodes physico-chimiques. — MM. **M. Sommelet** et **Guioth** : *Sur un mode de production d'amines tertiaires diméthylées à l'azote* (voir page 189). — M. **M. Prudhomme** : *Les états correspondants : les dérivés halogénés du benzène.* Les états correspondants de Van der Waals constituent un système de mesures de relativité, par l'emploi des valeurs réduites, pour les températures, les tensions de vapeur et les densités. Il semble que les valeurs réduites sont identiques pour les membres d'un même groupe ou d'une même famille. En tout cas, il en est bien ainsi pour les 4 dérivés halogénés du benzène. Si la vérification ne peut se faire pour d'autres séries de corps, cela tient aux lacunes qu'on rencontre dans les valeurs expérimentales des tensions de vapeur et des densités. L'auteur ajoute quelques considérations relatives aux indices de réfraction et aux chaleurs de vaporisation.

Séance du 10 Mars 1922

MM. **E. Fourneau** et **Puyal** ont préparé quelques *homologues de la novocaïne* (aminobenzoyldiéthylaminoéthanol), en particulier les éthers aminobenzoylés du *diéthylaminopropanol*, d'un *diéthylaminobutanol* et d'un *diéthylaminopentanol*. Les aminoalcools correspondants s'obtiennent en faisant agir la diéthylamine sur les bromhydrines, faciles à préparer quand on suit les indi-

cations de Read et Hook. Ces savants ont remarqué que l'eau de brome étendue fournit avec les carbures éthyléniques une forte proportion de bromhydrine à côté d'un peu de dibromure. Les carbures éthyléniques nécessaires à la préparation des bromhydrines ont été préparés par MM. Fourneau et Puyal en faisant passer les vapeurs d'alcool sur un granulé de terre d'infusoires (60 °/₀) et d'argile (40 °/₀) chauffé à environ 400°. Avec le butanol primaire on obtient presque exclusivement le butène symétrique; avec le pentanol (alcool amylique du commerce) on obtient surtout le méthyléthylène, alors que la déshydratation de ce même alcool par le chlorure de zinc fournit surtout le triméthyléthylène. L'éthylméthyléthylène est caractérisé par le fait qu'il fournit la stovaïne par traitements successifs par l'eau de brome, la diméthylamine et le chlorure de benzoyle. — M. **P. Nicolardot** : *Composition et analyse des verres de laboratoire.* Après avoir rappelé les difficultés qui se présentent dans l'analyse des verres, notamment des borosilicates, et insisté sur les causes d'erreur provenant de l'attaque des creusets de platine, conduisant à supposer que certains verres renferment de l'antimoine, l'auteur montre que la composition des verres de France est celle d'excellents verres. L'un d'eux se classe en tête des autres verres ; malheureusement sa haute teneur en silice, qui le rend très résistant, mais aussi très réfractaire, entraîne l'obligation impérieuse de lui faire subir un traitement thermique délicat pour éviter les conséquences fâcheuses (bris spontané) résultant d'un recuit insuffisant.

SOCIÉTÉ DE BIOLOGIE

Séance du 11 *Mars* 1922

MM. **F. Battelli** et **G. de Morsier** : *Action des courants électriques industriels sur le cœur.* Les courants électriques industriels ayant un voltage suffisamment élevé pour faire cesser les trémulations fibrillaires n'arrêtent pas le cœur en diastole, mais en contraction tonique plus ou moins énergique suivant le voltage employé. En outre, à côté de l'arrêt diastolique, les battements du cœur peuvent aussi cesser d'une manière passagère par une élévation du tonus cardiaque. — MM. **C. Levaditi** et **S. Nicolau** : *Propriétés de la neurovaccine.* Après 9 mois de passages exclusivement cérébraux, la neurovaccine offre une activité pathogène des plus marquées, tant pour la peau que pour le cerveau. La neurovaccine conservée dans la glycérine, à la glacière, garde sa virulence, tant pour la peau que pour le cerveau, au moins pendant 205 jours. La neurovaccine ne perd pas son affinité neurotrope après passage sur la peau du lapin. — MM. **H. Cardot** et **H. Laugier** : *Le réflexe linguo-maxillaire.* Les auteurs ont observé chez le chien un nouveau réflexe localisé, qui consiste en ceci : lorsqu'on pince vivement et énergiquement le bord de la langue, particulièrement dans la région de la pointe, on voit se produire un mouvement généralement très ample, assez brusque, d'abaissement de la mâchoire inférieure. La disparition de ce réflexe est très tardive, au cours de l'anesthésie chloroformique. — M. **A. Liacre** : *Les liquides fixateurs et les fibres nerveuses à myéline.* Quelles que soient les conditions dans lesquelles on les emploie, tous les fixateurs modifient l'aspect des fibres nerveuses à myéline; les déformations sont toujours considérables, sauf avec l'acide osmique et le liquide osmio-chromique, où cependant elles sont évidentes. Il est donc permis de douter de la valeur de la fixation, au moins en ce qui concerne les fibres nerveuses à myéline.

Séance du 18 *Mars* 1922

MM. **C. Levaditi** et **S. Nicolau** : *Mécanisme de l'immunité cérébrale dans la neurovaccine.* Chez les animaux réceptifs, la neurovaccine, introduite dans l'encéphale, cherche à s'y acclimater, avant de pulluler abondamment. Elle ne provoque aucune altération au début; les lésions n'apparaissent nettement que lorsque l'adaptation s'est opérée et que la culture a commencé. Par contre, chez les animaux réfractaires, le virus est détruit dès qu'il prend contact avec le tissu cérébral. — M. **M. Ozorio de Almeida** : *Sur la vagotomie bilatérale chez le cobaye.* Chez le cobaye, la section des vagues sans irritations permet la vie, tandis que des irritations des mêmes nerfs sans section amènent la mort. Le rôle des irritations paraît donc bien établi. — M. **J. Lhermitte** : *Le diabète insipide d'origine infundibulaire.* L'auteur conclut, de l'étude anatomo-clinique d'un patient, que, chez l'homme comme chez l'animal, la polyurie essentielle reconnaît comme substratum anatomique une lésion non pas de l'hypophyse, mais du centre végétatif de la base du cerveau représenté par les noyaux du tuber. — MM. **A. Boquet** et **L. Nègre** : *Sur la propriété antigène* in vivo *des extraits méthyliques des bacilles tuberculeux.* L'extrait méthylique de bacilles de Koch préalablement traités par l'acétone permet, non seulement de déceler avec une très grande sensibilité les anticorps du sérum des sujets tuberculeux, mais encore, injecté à des lapins neufs et à des lapins tuberculeux, il fait apparaître, ou accroît, en très grande abondance, leurs anticorps spécifiques. — MM. **E. Bachrach** et **H. Cardot** : *Action des acides sur la marche de la fermentation lactique.* C'est seulement pendant les premières heures de la fermentation que l'acidité du milieu exerce une influence prépondérante sur la multiplication du microbe et règle ainsi, dès le début, la marche de la fermentation, tandis que dans les phases suivantes l'influence de l'acidité du milieu, sans cesse croissante, est beaucoup plus restreinte. — M. **L. Lapicque** : *Paillettes scintillantes dans le protoplasma des Spirogyres.* En examinant à l'ultramicroscope un brin de *Spirogyra*, l'auteur a observé dans le protoplasma des cellules des points scintillants de 1 μ sur 2 μ qui se déplacent avec la démarche du mouvement brownien.

M. **Grigaut** est élu membre titulaire de la Société, MM. **A. Krogh**, **G. H. F. Nuttall** et **F. Silvestri**, membres correspondants.

Le Gérant : Gaston Doin.

Sté Gle d'Imp. et d'Ed., rue de la Bertauche, 1, Sens.

33e ANNÉE N° 8 30 AVRIL 1922

Revue générale des Sciences pures et appliquées

FONDATEUR : LOUIS OLIVIER

DIRECTEUR : J.-P. LANGLOIS, Professeur au Conservatoire national des Arts-et-Métiers, Membre de l'Académie de Médecine

Adresser tout ce qui concerne la rédaction à M. J.-P. LANGLOIS, 8, place de l'Odéon, Paris. — La reproduction et la traduction des œuvres et des travaux publiés dans la *Revue* sont complètement interdites en France et en pays étrangers y compris la Suède, la Norvège et la Hollande

CHRONIQUE ET CORRESPONDANCE

§ 1. — Mathématiques

Sur la notion de courbure de l'espace. — Je me permets d'ajouter quelques mots à un article que j'ai publié ici même récemment sur l'Univers fini et sans bornes de la théorie de la relativité [1]. Pendant que cet article était à l'impression ont eu lieu les conférences sur la relativité faites au Collège de France par M. Einstein, et parmi les objections soulevées contre sa théorie se trouvait le fait que, suivant la façon de mesurer la distance de deux points, l'espace pouvait avoir une courbure nulle, positive ou négative.

Cette remarque, développée par M. Leroux dans une note aux *Comptes Rendus* (séance de l'Académie des Sciences du 3 avril 1922), est en complet accord avec les idées que j'exprimais dans l'article en question. Il est bien évident qu'en soi, l'espace n'a pas de courbure définie, qu'il n'en acquiert une que *relativement* à une métrique particulière, et qu'il en est de même pour le fait de son étendue finie ou infinie.

Mais on ne saurait voir là non plus une objection contre les idées émises par M. Einstein. Les relativistes font usage en effet d'une métrique particulière qu'ils ne choisissent pas au hasard, mais qu'ils tirent de considérations physiques sur la nature des corps. C'est relativement à cette métrique qu'ils affirment que l'espace est courbe et même qu'il est fini. Une telle affirmation a un sens précis et est susceptible, comme l'a fait remarquer du reste M. Einstein, de vérifications expérimentales.

R. Thiry.

1. *Revue générale des Sciences* du 15 avril 1922.

§ 2. — Physique

La durée du choc des barreaux. — Si l'on approche deux barreaux métalliques jusqu'à ce qu'ils se choquent, après un instant de contact ils se séparent. D'où provient cette séparation? On en a donné deux explications.

D'après l'une, une onde de compression part dans chaque barreau de l'extrémité en contact et se propage jusqu'à l'autre extrémité d'où elle est réfléchie comme onde de tension; celle-ci revient en arrière jusqu'au point de départ et elle repousse chaque barreau de l'autre. D'après cette théorie, le temps pendant lequel les barreaux restent en contact devrait être proportionnel à la longueur du barreau le plus court, puisque l'onde doit se propager jusqu'à l'autre extrémité et revenir avant que la séparation ait lieu. En outre, la vitesse des barreaux au moment du contact ne devrait avoir aucune influence, puisqu'elle n'affecte pas la vitesse de l'onde dans les barreaux.

M. E. W. Tschudi, qui vient d'étudier ce phénomène [1], a constaté non seulement que la durée du contact n'est pas proportionnelle à la longueur du barreau le plus court, mais aussi que la vitesse avant le choc influe sur la durée du contact. Ces résultats négatifs semblent de nature à faire rejeter la théorie précédente. L'auteur tire d'autres arguments analogues de l'emploi de barreaux modèles de longueur égale constitués par des ressorts d'acier chargés de façon à réduire la vitesse de l'onde de propagation. La marche de l'onde de compression peut ainsi être rendue visible à l'œil. On observe alors que l'onde n'a parcouru qu'un tiers environ de la lon-

1. *Phys. Rev.*, décembre 1921.

gueur du barreau au moment où il se sépare de l'autre barreau.

Une seconde théorie, due à Hertz, se base d'abord sur le contact des surfaces courbes. Ce savant admet que l'effet du choc se localise près du point de contact. « La pression augmente graduellement jusqu'à ce que les corps soient amenés au repos, puis elle diminue jusqu'à ce qu'ils se séparent. Les mesures de la durée de contact de sphères métalliques vérifient cette théorie et ont encouragé M. Tschudi à l'adapter au cas de cylindres qui se rencontrent.

Quand une sphère en fonte de 7,62 cm. de diamètre frappe une autre sphère égale au repos avec une vitesse de 96 cm. par seconde, le contact dure 0,000.33 sec.; quand la vitesse est de 14 cm. par seconde, le contact dure 0,000.58 sec. Quand un cylindre en acier pour machines laminé à chaud, de 2,86 cm. de diamètre et 15,9 cm. de longueur, se mouvant avec une vitesse de 90 cm. par seconde, frappe un cylindre semblable au repos, le contact dure 0,0002 sec. En réduisant la vitesse à 1/5 de sa valeur, la durée de contact augmente d'environ 60 %. Les résultats obtenus pour les cylindres sont donc du même ordre de grandeur que pour les sphères.

Pour la mesure des durées de choc, M. Tschudi emploie le dispositif suivant : Quand l'une des pièces métalliques arrive au contact de l'autre, le circuit de charge d'un condenseur se ferme. La charge que le condenseur acquiert dépend de la durée de contact. Ensuite le condenseur est déchargé à travers un galvanomètre balistique, de la déviation duquel on déduit d'abord la charge et ensuite la durée de contact.

§ 3. — Electricité industrielle

Les progrès de la production de l'électricité en Amérique. — Les applications de l'électricité se développent aux Etats-Unis avec une rapidité de plus en plus marquée; de 1900 à 1920, la consommation d'énergie électrique par habitant est passée de 23 à 435 kwh.; cette extension considérable des usages de l'électricité a permis d'abaisser graduellement le prix de vente; dans les derniers temps, la cherté du matériel et de la main-d'œuvre a provoqué un léger relèvement; mais cette situation est considérée comme temporaire.

La réduction du prix de l'énergie a pu être obtenue grâce à l'amélioration du facteur de charge, au relèvement notable du rendement des installations de production et de distribution, résultant tant du perfectionnement de l'outillage que de l'accroissement de la taille des unités, et enfin à la généralisation du chargement mécanique, qui a procuré des améliorations d'ordres divers : amélioration des machines et réduction de la main-d'œuvre.

Le facteur de charge a été amélioré, d'une façon générale, dans toutes les installations; il atteint actuellement jusqu'à 70 %.

La taille des turbines a passé, de 1910 à 1920, de 100 à 60.000 kw; la pression de vapeur, de 7 à 14 atmosphères; la consommation de vapeur par unité d'énergie produite est descendue dans la proportion de 3 à 1.

Le chargement mécanique a amélioré le rendement des chaudières et permet d'augmenter la taille de celles-ci; on est passé de 450 m² à 2.000 m² pour la surface de chauffe et il ne faut plus que 1 homme pour assurer le service d'une chaudière de 5.000 chevaux.

Il semble difficile d'améliorer encore les installations si l'on doit rester dans les voies suivies jusqu'à présent : tout ce qu'il était possible de faire y a été fait; on pourrait relever un peu la température de la vapeur et la porter à quelque 430° C. (au lieu de 330-370°) ou abaisser légèrement le vide aux condensateurs; mais ces améliorations seraient peu efficaces; reste le relèvement de la pression de la vapeur.

Les bonnes installations actuelles travaillent sous une pression de 14 à 16 atmosphères; on pourrait aller beaucoup plus haut; pour la vapeur saturée, une pression de 35 atmosphères correspond à une température de 230 C°. et une pression de 113 atmosphères à une température de 330° C.; au point de vue de la température, le relèvement de la pression ne présente donc pas de difficulté.

Mais, quelle que soit la pression employée, il est nécessaire de surchauffer la vapeur; or, le gain de rendement calorifique par degré d'augmentation de température tombe rapidement lorsque la température croît au delà de certaines limites, et le bénéfice de l'augmentation de la pression est ainsi combattu par une diminution du bénéfice dû à la surchauffe.

Une bonne installation, à 14-16 atmosphères, travaillant à une température de 330-350° C., n'est pas sensiblement inférieure à ce que l'on pourrait réaliser à 28 atmosphères et 370° C.; le gain de rendement de celle-ci comparativement à celle-là est à peine de 8 %; pour une installation à 42 atmosphères, 420° C., le gain serait de 15 % approximativement; les Américains estiment que ce gain n'est d'ailleurs pas pratiquement réalisable et que, de toute façon, il ne pourrait être obtenu qu'au prix d'une augmentation prohibitive des prix d'installation.

D'après les spécialistes américains, une pression de 28 atmosphères doit être considérée comme le maximum pratique (il y a actuellement une installation à 27 atmosphères à l'essai), et encore ne serait-elle avantageuse que si le prix du charbon augmentait encore d'une façon notable, tandis que se produirait une diminution considérable des frais d'installation.

S. Z. Ferranti a préconisé il y a quelques années de soumettre la vapeur, à différents stades du cycle d'expansion dans la turbine, à des surchauffes successives; la théorie montre que ce système permettrait de réaliser une augmentation de rendement de 20 % environ; mais, une fois encore, en pratique, le résultat atteint est moins décisif : l'amélioration n'est que de 5 % tout au plus.

Plus efficace sans doute serait la solution proposée par Emmett : la turbine à vapeur de mercure; du mercure, vaporisé dans une chaudière appropriée, agit dans une première turbine et se condense dans une chaudière où, cédant sa chaleur à l'eau, il en provoque la vaporisation, la vapeur ainsi produite allant agir dans une seconde turbine; cette combinaison permettrait de

réaliser une augmentation de rendement de 40 %; il a été reconnu possible de conditionner les conduites, les joints, etc., pour éviter toute déperdition de vapeur mercurielle; néanmoins, il n'y a encore qu'une seule installation de cette espèce, et de caractère expérimental.

Parmi quelques perfectionnements réalisés dans les derniers temps en Amérique, il y a lieu de mentionner ceux visant la construction des économiseurs ou réchauffeurs; la fonte, employée pour les appareils ordinaires, ne s'accommodant pas des hautes températures, on construit actuellement ces appareils en fer forgé, mais comme ce métal se corrode sous l'action de l'eau, des dispositions spéciales ont dû être adoptées pour le mettre à l'abri.

Une autre innovation intéressante est l'utilisation des gaz chauds pour chauffer l'air comburant; ce système procure une économie de 3 à 5 %; malheureusement, il n'est possible qu'à la condition de mettre l'air en circulation au moyen de ventilateurs, ce qui fait perdre une partie de l'énergie économisée par ailleurs et introduit dans l'installation des appareils d'un entretien onéreux; en outre, l'air étant chauffé, il peut arriver que les grilles ne soient plus suffisamment refroidies.

Quoi qu'il en soit des perfectionnements possibles, on estime que les moyens actuels permettraient d'arriver couramment, à pleine charge, à un rendement général de 23 %, alors que les installations existantes les plus parfaites ne vont qu'à 18 ou 19 %; on compte que, d'ici peu de temps, le rendement pratique sera de 20 à 21 % au moins.

Henri Marchand.

§ 4. — Biologie

L'influence de l'émanation du radium sur l'incubation des œufs de poule. — Au Congrès mondial d'Aviculture tenu à La Haye en septembre dernier, M. Ed. Wieninger[1] a exposé les résultats d'expériences poursuivies pendant 5 ans, relatives à l'influence exercée par l'émanation du radium sur l'incubation des œufs : 1° en couveuses artificielles à renouvellement d'eau chaude; 2° en couveuses à injection d'air chaud; 3° effectuée par des poules couveuses.

La température, dans les couveuses artificielles ayant un état hygrométrique de 55 à 65 %, variait entre 38°,3 et 40°,6 C.

Pour l'exposition des œufs à l'émanation, le bromure de radium, enfermé dans des capsules d'ébonite d'un diamètre de 2 cm. couvertes d'une mince lame de mica, fut introduit dans le centre de l'appareil, à 20 cm. au-dessus des œufs.

Les expériences ont montré que la durée de l'émanation et la quantité de radium employé n'exercent aucune action défavorable sur l'éclosion des poussins. L'incubation artificielle donna 95,2 % d'éclosions, ce qui est remarquable, étant donné que les résultats furent obtenus de novembre à janvier, mois où, en général, la fécondation des œufs se fait moins bien. D'autre part, on a pu observer une réduction de 4 à 6 jours dans la durée d'incubation des œufs.

Les poussins éclos des œufs exposés à l'émanation avaient une rare vigueur et une aptitude à la croissance très prononcée; ils accusèrent, au bout de six semaines, un développement double de celui des poussins témoins.

Ils commencèrent à pondre après le 5e mois et la ponte se poursuivit presque sans interruption d'août à février. Ces mêmes phénomènes purent aussi être observés chez les descendants de ces poussins.

Etant donné qu'il n'existe aucune difficulté technique à résoudre et qu'il s'agit seulement de disposer des quantités de bromure de radium nécessaires (50 à 100 mg.), l'auteur croit que ce procédé pourrait être appliqué à l'avenir dans la pratique de l'incubation.

La coloration protectrice chez les Oiseaux; ses cinq modalités; son extension. — A. A. Allen publie dans le « *School Department* » du « *Bird-Lore* » une série d'intéressants articles sur des points généraux de morphologie et de biologie ornithologique. Le numéro de novembre-décembre 1921 contient une étude remarquable sur la coloration protectrice chez les Oiseaux[1]. Nous nous proposons d'analyser ici les observations d'Allen et d'en chercher l'application dans d'autres groupes zoologiques.

La règle première de la coloration protectrice est le principe dit du *désombrement*[2] (« *counter-shading* »). Si, pour donner à un objet plan l'apparence du relief, il suffit d'en figurer l'ombre, on pourra par un processus inverse rendre inconsistant et (sur un fond approprié) pratiquement invisible un objet solide en faisant disparaître son ombre. L'application de ce fait d'observation est aisée à saisir; chez un très grand nombre d'oiseaux, les couleurs foncées occupent les parties du corps particulièrement éclairées, alors que celles qui restent dans l'ombre possèdent des teintes claires. De saisissantes photographies ont été publiées de modèles d'oiseaux en bois : l'un d'entre eux a été laissé noir; l'autre a été peint de façon à contre-balancer exactement les ombres par des touches successives de blanc : ce dernier modèle est alors parfaitement indiscernable.

Mais ce principe n'acquiert sa pleine valeur protectrice qu'accompagné du phénomène de l'*homochromie*. Le principe de « *color pattern* » est un des plus répandu et probablement le plus efficace chez les Oiseaux. On en citerait de nombreux exemples; bornons-nous aux cas suivants : *Tetrastes bonasia*, *Scolopax rusticola* (sol forestier); *Asio otus*, *Certhia familiaris*, *Jynx torquilla*, *Strix aluco* (écorces); *Alauda arvensis*, *Perdix perdix*, *Coturnix coturnix*; *Sturnella magna* (graminées, herbes sèches); *Lagopus mutus*, *Nyctea nyctea* (neiges); *Erolia*, *Tringa*, *Charadrius* (plages et galets). Ce phénomène de l'homochromie, envisagé par nous comme un fait de constatation et sans y attacher aucune idée de finalité, se retrouve chez un grand nombre d'autres

1. *Wiener Landwirt. Zeit.*, t. LXXI, p. 464; 1921. Résumé dans *Bull. mens. des renseign. agric.*, t. XIII, n° 1, p. 117; janv. 1922.

1. A. A. Allen : « Concealing coloration of birds ». *Bird-lore*, vol. XXIII, n° 6, pp. 320-326; nov.-déc. 1921.

2. Ce néologisme peut seul rendre le sens si précis du terme anglais.

animaux, Batraciens, Poissons, Insectes, Crustacés, Mollusques. Citons ici la double homochromie des *Glaucus* qui mènent une vie pélagique de surface et possèdent une face bleue et une face blanche, celle des *Idotées* qui présentent des variations de coloration si remarquables selon que le sujet vit sur des Chlorophycées, des Fucus ou des Floridées [1].

L'homochromie qui, nous venons de le voir, peut se rencontrer isolée est souvent complétée par une similitude affectant non plus la couleur mais la forme : l'adjonction de l'homomorphie à l'homochromie constitue le *mimétisme* (« *mimicry* »)[2]. Ici l'auteur n'a trouvé que quelques très rares exemples qualifiables de mimétiques : il indique seulement le *Megascops asio* comme ressemblant à un morceau d'écorce, l'engoulevent (qui perche allongé parallèlement à l'axe du support) comme ayant l'apparence d'un tronçon de branche cassé ; l'*Ixobrychus exilis*, bec dressé, figurerait assez bien un roseau. A la vérité, le monde ornithologique, si fécond en homochromies, n'est pas celui du mimétisme ! Il doit céder ici le pas aux incroyables morphologies que nous offrent les Arthropodes et qui sont trop connues pour que nous puissions insister.

Le quatrième principe de coloration protectrice est celui des *interruptions* (« *ruptive marks* »). Il y a des oiseaux dont la coloration affecte, dans la région céphalique et sur la poitrine, l'aspect de bandes de couleur tranchée, en forte opposition avec le reste du corps. On trouve de semblables dispositions en collier chez un grand nombre de formes (*Aigialitis vocifera*, *Aix sponsa*, *Ficedula collaris*, *Charadrius hiaticula*, *Otis tetrax*, etc.). La forme générale de ces oiseaux apparaît discontinue, brisée, et ce phénomène contribue à empêcher une perception nette du contour total et partant la vision de l'oiseau. Le principe des interruptions (comme d'ailleurs celui du désombrement et de l'homochromie) a été mis à contribution pendant la guerre pour des camouflages variés. Ce principe me paraît spécial aux oiseaux et je n'en vois pas pour le moment l'application à d'autres types zoologiques.

Le dernier mode est appelé principe de la *coloration-éclair* (« *flash-colors* », « *banner marks* »). Il s'agit ici de ces teintes extrêmement vives qui ornent la queue ou les ailes, ne sont visibles que pendant le vol et s'éteignent brusquement à l'instant où l'oiseau se pose (Ex. : la queue blanche du *Junco* et du *Sturnella magna*, le croupion blanc du *Colaptes auratus*). Au moment où la note vive disparaît, l'impression colorée persiste quelques secondes sur la rétine : l'œil ne réalise pas *immédiatement* l'arrêt de l'oiseau et cet instant permet à celui-ci de faire quelques sauts ou de contourner un tronc d'arbre. Un échassier américain (*Willet*) aux ailes noires et blanches les conserve levées (donc très visibles) quand il s'abat, puis aussitôt court sur le sable pendant quelques pas, ailes fermées. Ce principe ne peut, bien entendu, s'appliquer qu'à des animaux possédant des ailes ou des expansions susceptibles de se replier pour en masquer la coloration. De nombreux insectes sont dans ce cas : l'efficacité du procédé sera évidente pour celui qui dans les pierrailles du Midi aura poursuivi des *Œdipoda cœrulescens* ou *Œ. miniata*, sauterelle dont les ailes inférieures sont vivement colorées en bleu ou rouge et visibles seulement pendant les bonds de l'animal. Citons enfin quelques papillons qui présentent la même particularité : *Catocala electa*, *C. nupta*, *C. sponsa*, *Callimorpha quadripunctaria*. Chez les poissons le développement des pectorales permet parfois l'observation des colorations-éclair : c'est ce que l'on peut remarquer, parmi les poissons de nos côtes, sur le *Trigla lucerna* dont les pectorales (déployées) sont bleu sombre et sur certaines variétés de *Cottus bubalis* chez lesquelles la coloration vive des pectorales s'oppose à la teinte sombre du corps.

Ces observations — A. A. Allen s'en rend compte le premier — ne sont pas applicables à *tous* les oiseaux : un corbeau, écrit l'auteur, sur le ciel ou la neige, partout sauf dans un trou à charbon sera visible sous tous les angles ! Il est bien évident que les cinq règles que nous avons étudiées ne donnent pas la clef de toutes les colorations : certaines resteront longtemps encore inexplicables, comme celles du loriot et du martin-pêcheur, à moins que l'absence de coloration protectrice chez ces types ne soit compensée par une promptitude particulière dans la fuite et une perception plus rapide du danger à éviter ! Quoi qu'il en soit, les principes énoncés par Allen seront pour nous des points de repères et éclaireront d'un jour nouveau les questions de coloration protectrice.

Th. Monod.

§ 5. — Physiologie

L'hyperglycémie asphyxique. — Les recherches classiques de Cl. Bernard ont montré que le sang des Vertébrés contient une petite quantité de sucre (glycose) et que cette quantité reste constante chez l'animal normal, même si, ayant pris un repas riche en sucre ou en matières amylacées, il absorbe du sucre au niveau de l'intestin, même si, accomplissant un travail musculaire, il consomme son sucre au niveau des muscles. On sait encore que, durant l'absorption, le sucre absorbé, amené au foie par le sang de la veine porte, s'y dépose sous forme de glycogène, et que, durant le jeûne, le glycogène du foie se transforme en sucre, en quantité exactement suffisante pour compenser l'usure du sucre du sang.

Toutefois la teneur du sang en sucre est parfois supérieure à la normale ; elle peut être de 2 à 4 gr. de sucre par litre de sang, au lieu de 1 à 1 1/2 gr. (chiffre normal), et cette augmentation du sucre sanguin, qui correspond à ce qu'on appelle l'hyperglycémie, a pour conséquence le passage du sucre à travers le rein et son apparition dans les urines. Cette hyperglycémie existe chez les diabétiques, et elle résulte alors de l'incapacité plus ou moins complète de l'organisme à utiliser, comme il le fait régulièrement, le sucre dont il dispose. L'hyperglycémie existe aussi chez des sujets ou chez des animaux, accidentellement ou expérimentalement sou-

1. Il est bien probable que dans ce cas l'animal a tout simplement la couleur de ses aliments !

2. Il nous paraît utile de disjoindre le concept de mimétisme, car, comme l'homochromie, l'homomorphie pourrait se rencontrer seule.

mis à certaines intoxications ou qui ont subi certaines lésions ou altérations temporaires ou durables du système nerveux central, et elle résulte alors d'une exagération de la transformation du glycogène du foie en sucre, trop considérable pour ne pas dépasser les besoins présents.

Au début de ma carrière scientifique, mon maître en physiologie, pour faire mon éducation technique et expérimentale, m'avait fait reprendre des recherches qu'il avait lui-même exécutées sous la direction de Cl. Bernard. Quand on soumet un animal à l'intoxication par le curare (l'animal mourrait asphyxié, en raison de la paralysie de tous ses muscles, produite par ce poison, si l'on ne prenait soin de pratiquer la respiration artificielle), on constate que parfois, mais non toujours, le sucre augmente dans le sang et se retrouve dans les urines. Quel est le mécanisme de cette hyperglycémie ? Est-elle diabétique, ou relève-t-elle du second mécanisme noté ci-dessus ? Question banale à première vue, importante pourtant à résoudre, parce que si cette hyperglycémie était équivalente à l'hyperglycémie diabétique, on aurait eu dans le curare un agent capable d'engendrer le diabète, et cela eût permis de poursuivre sur cette maladie d'importantes et peut-être fructueuses recherches.

En procédant aux expériences méthodiques, devant conduire à la solution du problème, on reconnut que l'hyperglycémie curarique était en réalité asphyxique : elle ne se produisait chez l'animal curarisé que si la respiration artificielle était insuffisante pour assurer la rénovation des gaz du sang; elle disparaissait quand on activait le rythme des insufflations, ou quand on augmentait la quantité d'air insufflé; d'autre part, elle se montrait, chez l'animal non curarisé, quand on réalisait chez lui l'asphyxie partielle par l'un quelconque des nombreux moyens dont on dispose pour la produire. Dans les deux cas du reste, qu'on étudie l'hyperglycémie de l'animal curarisé ou l'hyperglycémie de l'animal asphyxiant, le mécanisme en était le même : il s'agissait toujours d'une exagération de la production de sucre aux dépens du glycogène du foie.

Or, Cl. Bernard avait découvert que si, à l'aide d'une pointe fine, on fait une piqûre d'un point déterminé de cette région du système nerveux central, compris entrer le cerveau et la mœlle, et qu'on appelle le bulbe rachidien, on détermine la même hyperglycémie et la glycosurie consécutive, relevant du même mécanisme; piqûre du bulbe et asphyxie partielle sont donc deux interventions équivalentes. Mais la piqûre bulbaire réalise une excitation du bulbe, et on étudia et fixa les voies de conduction de cette excitation du bulbe au foie; on imagina donc que l'acide carbonique accumulé dans le sang durant l'asphyxie et qui lui confère ses qualités particulières, est agent d'excitation bulbaire; on justifiait, au moins partiellement, cette conception en démontrant que l'asphyxie, pour produire l'hyperglycémie, avait besoin, tout comme la piqûre bulbaire, que les voies nerveuses de conduction antérieurement reconnues fussent en état de parfaite intégrité.

Ces résultats ont été de ceux qui ont conduit les physiologistes à considérer l'acide carbonique comme un excitant général des centres nerveux, et à soumettre le sujet à la demi-asphyxie pour réaliser telles ou telles conditions expérimentales, qui leur paraissaient intéressantes.

En parcourant récemment un périodique américain, *The american Journal of Physiology*, mes yeux sont tombés sur un travail publié par M. K. Yamakami de l'Université impériale de Tokio, et dont le titre retint mon attention : *The hyperglycemia provoking ability of asphyxial blood*, ce que je traduirai par : la propriété que possède le sang asphyxique de provoquer l'hyperglycémie.

C'est un très honnête travail, fortement documenté (l'auteur cite 26 travaux antérieurs, dont le plus ancien est de 1881; Cl. Bernard, étant véritablement trop antique, n'est pas cité), renfermant maintes hypothèses très classiques.

Opérant sur le lapin, M. K. Yamakami prélève quelques centimètres cubes de sang dans les veines d'un animal soumis à l'asphyxie et le recueille en un vase, où il le mélange à une substance qui l'empêche de coaguler, puis il l'injecte dans les veines d'un autre lapin, respirant librement. De 20 à 30 minutes plus tard, il retire un peu de sang des veines de ce second lapin, et constate que ce sang est surchargé de sucre. Or on ne saurait imaginer que le sang d'asphyxiant injecté en petite quantité dans les veines d'un animal qui respire amplement met celui-ci en état d'asphyxie et que l'acide carbonique soit la cause de l'hyperglycémie constatée. Il est nécessaire de conclure que le sang asphyxique contient quelque substance apte à provoquer l'hyperglycémie, mais cette substance n'est pas l'acide carbonique en excès.

Et voilà que l'un des arguments sur lesquels la physiologie classique s'appuyait pour faire de l'acide carbonique un excitant du système nerveux central, s'évanouit. C'est dire qu'avec la question de l'hyperglycémie asphyxique qui renaît, d'autres vont se poser, qu'il faudra reprendre, et dont la solution sera peut-être autre que celle qu'avaient proposée nos devanciers. Ainsi un travail modeste peut, si l'on veut bien en tirer les conclusions qu'il renferme, provoquer de nouvelles recherches et acquérir une incontestable valeur.

Mais quelles sont donc ces substances contenues dans le sang asphyxique et qui provoquent l'hyperglycémie ? M. K. Yamakami s'est efforcé de les découvrir; il a échoué dans sa tentative. Je crains bien qu'il ne s'agisse encore là de quelque substance insaisissable, comme nous en connaissons, ou plus exactement comme nous en imaginons tant, dont la composition et la constitution chimiques, dont les propriétés physiques nous sont totalement inconnues, et qui ne nous sont révélées que par les actions qu'elles exercent. Je regrette, je l'avoue, mon bon vieil acide carbonique, qu'on pouvait recueillir, mesurer, peser, absorber, régénérer, etc.; mais à quoi bon gémir ? A l'acide carbonique va succéder, à coup sûr, une « hyperglycémigénine » et qu'il faudra bien respectueusement accueillir.

Toutefois, il sera sage pour les physiologistes et les médecins de garder avec toutes ces substances, qu'on fait naître de nos jours et qui sont des impondérables et qu'on ne peut saisir, une prudente réserve.

Maurice Arthus.

COUP D'ŒIL SUR LES PRINCIPES FONDAMENTAUX DE LA NOMOGRAPHIE

EN QUELS CAS ET COMMENT ILS PERMETTENT DE RÉDUIRE A UNE REPRÉSENTATION PLANE DES DIMENSIONS EN NOMBRE SUPÉRIEUR A TROIS

La question qui fait l'objet de cet article se trouve déjà exposée dans plusieurs de mes publications relatives à la Nomographie et notamment dans mon grand *Traité* (1re éd., 1899; 2e éd., 1921). Mais peut-être n'est-il pas inutile, pour éviter le retour de certaines confusions qui se sont déjà produites, de la reprendre ici plus à fond.

I. — Généralités

Si n quantités, que nous représenterons par $z_1, z_2, \ldots, z_n$, sont *variables*, c'est-à-dire susceptibles de prendre toutes les valeurs comprises entre certaines limites fixées par la pratique, et liées entre elles de telle sorte qu'à un système de valeurs données pour $n-1$ d'entre elles en corresponde une bien déterminée pour la n^e, cette liaison peut prendre la forme *analytique*, et elle s'exprime alors par une *équation* en $z_1, z_2, \ldots, z_n$, ou la forme *graphique*, et elle s'exprime alors par un *nomogramme* comportant des systèmes cotés en $z_1, z_2, \ldots, z_n$, et qui peut être regardé comme une *représentation plane* de cette équation.

Quels sont les éléments constitutifs d'un tel nomogramme? On peut, à chacune des variables z_i, faire correspondre un système d'éléments géométriques (des lignes, en général, qui, en certains cas, peuvent se réduire à des points), dépendant d'un paramètre variable (formant, par conséquent, ce qu'on appelle un *système simplement infini*, ou système ∞^1), et tels que l'*élément coté* z_i soit celui qui correspond à la valeur z_i attribuée au paramètre

Il va sans dire que, lorsque nous parlons d'un tel système, nous avons dans l'idée l'ensemble de tous les éléments engendrés par la variation continue du paramètre z_i entre les limites considérées, mais que, pratiquement, nous n'effectuons le tracé que d'un certain nombre d'entre eux correspondant à des valeurs simples de z_i croissant régulièrement (telles que 1, 2, 3, ...) et suffisamment rapprochées pour que, nous figurant mentalement ceux qui correspondraient aux valeurs intermédiaires entre celles que nous avons retenues pour le dessin, nous puissions, au degré d'approximation requis par l'application que nous avons en vue, les faire intervenir dans la lecture du graphique au même titre que ceux qui y sont effectivement tracés. C'est là ce qu'on appelle pratiquer une *interpolation à vue*, opération que l'on a l'habitude d'effectuer avec le double décimètre lorsque, entre deux traits consécutifs de celui-ci, on évalue à l'estime une fraction de millimètre.

Si, sur un même plan, on peut faire correspondre à chacune des variables $z_1, z_2, \ldots, z_n$ un tel système ∞^1 coté, et si le fait que ces variables sont liées analytiquement par une certaine équation se traduit par une *liaison graphique* simple, d'une constatation immédiate, entre les éléments cotés correspondant à ces variables, de telle sorte que la connaissance des éléments cotés au moyen des valeurs données de $n-1$ de ces variables entraîne *sans tâtonnement* celle de l'élément coté au moyen de la valeur correspondante de la n^e, on a, sous forme de nomogramme, réalisé une représentation plane de l'équation donnée. Mais cela ne signifie pas, dans tous les cas, que l'on ait, à proprement parler, réduit n dimensions à une représentation plane.

Ici se place, en effet, une distinction fondamentale dont il convient de bien préciser le sens : dans certains cas, la liaison graphique ne suppose l'introduction d'aucun système d'éléments auxiliaires, correspondant à des variables venant s'ajouter à celles qui entrent explicitement dans l'équation considérée; on dit alors que la représentation est *simple*, parce qu'elle porte directement sur l'ensemble des n dimensions envisagées, *sans décomposition possible*. C'est évidemment lorsque cette circonstance se produit, et dans ce cas-là seulement, que l'on peut dire que la n^e dimension a été effectivement réduite à une représentation plane. Il n'en va plus de même si, une telle représentation simple n'étant pas réalisable, on parvient à former, grâce à l'introduction de ν variables auxiliaires convenablement choisies, $\nu+1$ équations, chacune d'un nombre p de dimensions inférieur à n, individuellement susceptibles d'une représentation simple, et telles que l'élimination entre elles des ν variables auxiliaires reproduise précisément l'équation donnée. Dans ces conditions, l'ensemble des $\nu+1$ nomogrammes à p dimensions ainsi construits

pourra suppléer à la représentation simple, supposée impossible, de l'équation proposée; cet ensemble constituera alors pour cette équation ce que l'on peut appeler une *représentation composée, bornée à la p^e dimension* (avec $p < n$), qu'il est essentiel de ne pas confondre avec la représentation simple ci-dessus définie qui atteint seule effectivement la n^e dimension.

L'opération qui consiste à former les $\varphi + 1$ équations individuellement susceptibles de représentation simple, en partant de l'équation donnée, est dite une *dissociation à la p^e dimension* si chacun des nomogrammes partiels possède au plus p dimensions.

Il convient de ne pas confondre cette dissociation avec la disjonction des variables ayant pour objet, en vue de la construction d'un nomogramme simple, de définir analytiquement, au moyen des coordonnées choisies, les divers systèmes cotés figurant sur ce nomogramme.

Dans le cas d'une représentation composée, bornée à la p^e dimension, bien qu'il s'agisse d'une équation à n dimensions ($n > p$), la représentation plane ne résulte en fait que d'un enchaînement de nomogrammes à p dimensions au plus chacun.

Il est encore essentiel d'ajouter à ce qui précède une observation de la plus haute importance : il se peut que, en vue d'appliquer à une équation donnée un certain mode de représentation, on soit amené à faire correspondre à la fois à une même variable z_i, dans la composition du nomogramme considéré, plusieurs systèmes cotés distincts.

Si, dans ces conditions, la variable z_i donne lieu à $s_i + 1$ systèmes cotés, on peut dire que s_i de ces systèmes sont *surabondants*; et si le nomogramme comporte Σs_i de ces systèmes surabondants, on voit qu'il doit être regardé comme comprenant en réalité $n + \Sigma s_i$ variables, ces variables étant ensuite rendues identiques entre elles dans divers groupes en comprenant respectivement $s_1, s_2, \ldots, s_n$.

Il va sans dire que de tels systèmes surabondants doivent être évités autant que faire se peut, et que l'on ne saurait se résoudre à y recourir que dans les cas où l'on n'entrevoit aucun moyen de faire autrement. Mais, il y a plus : *lorsque, sur un nomogramme, une variable comporte des systèmes cotés surabondants, elle ne peut y être prise pour inconnue.* Il n'est pas besoin de réfléchir beaucoup pour reconnaître la justesse de cette remarque. Comment, en effet, pourrait-on tenter d'obtenir la valeur de cette variable z, étant données celles des $n - 1$ autres ? Joignant à ces $n - 1$ valeurs données une valeur arbitraire attribuée à z_i dans s_i des $s_i + 1$ systèmes correspondants, on en déduirait, pour cette même variable, dans le $(s_i + 1)^e$ système, une valeur généralement différente de celle d'où l'on serait arbitrairement parti, et il faudrait recommencer un tel essai jusqu'à ce que la valeur obtenue dans le dernier système fût égale à la valeur de départ choisie dans les s_i premiers. Un tel tâtonnement, même dans le cas où $s_i = 1$, exclut évidemment toute possibilité d'emploi pratique du nomogramme pour la détermination de cette variable z_i; on peut dire qu'au regard de cette variable, cet emploi devient purement *illusoire.*

On rencontrera même tel type de nomogramme qui, appliqué à un certain type d'équation, sera, par suite de cette circonstance, *illusoire à la fois pour toutes les variables y figurant*; au point de vue pratique, par conséquent, il sera, en pareil cas, *rigoureusement inutilisable.*

Nous allons maintenant éclairer ces généralités en entrant un peu plus dans le vif du sujet.

II. — Equations a trois variables

Nous avons dit que, sur un nomogramme, les éléments puisés dans les divers systèmes cotés ont entre eux une certaine liaison graphique. Rendons-nous d'abord bien compte de ce qu'est la nature d'une telle liaison. Ainsi que nous en avons fait depuis longtemps la remarque, si nous disons qu'une ligne est *en contact avec un point* lorsqu'elle passe par ce point (ce qui ramène, en particulier, la notion du parallélisme entre deux droites à celle du contact d'une de ces droites avec le point situé à l'infini sur l'autre), la notion géométrique du contact ainsi élargie permet de ramener la définition la plus générale de la liaison graphique régissant la lecture d'un nomogramme à ceci : *constatation d'un contact isolé ou de plusieurs contacts simultanés entre éléments figurant sur ce nomogramme.*

Dans le cas de trois dimensions, si à chacune des variables correspond un système de lignes cotées (z_1), (z_2), (z_3), on voit que le seul mode de liaison graphique réalisable sans intervention d'aucun autre élément se réduit à ceci : une ligne prise dans un des systèmes est en contact avec le point de rencontre de deux lignes prises respectivement dans les deux autres systèmes. Autrement dit : *les lignes cotées au moyen de valeurs correspondantes de z_1, z_2 et z_3 concourent en un même point.* Par exemple, sur la fig. 1, les lignes $z_1 = 2$, $z_2 = 5$, $z_3 = 7$ étant concourantes, ce système de valeurs des variables satisfait à l'équation représentée. Si les systèmes (z_1), (z_2) et (z_3) sont, à l'aide de coordon-

nées ponctuelles x et y (quelconques mais qui seront le plus souvent des coordonnées cartésiennes), définis par des équations telles que :

$$(1)\qquad \begin{cases} \varphi_1(x, y, z_1) = 0, \\ \varphi_2(x, y, z_2) = 0, \\ \varphi_3(x, y, z_3) = 0, \end{cases}$$

l'équation représentée par le nomogramme ainsi constitué sera celle :

$$(2)\qquad F(z_1, z_2, z_3) = 0,$$

que l'on obtiendra en éliminant x et y entre les trois équations (1).

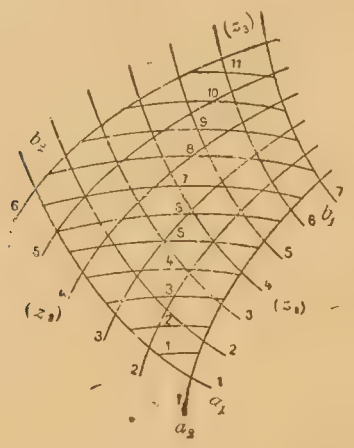


Fig. 1.

Un tel mode de représentation est, on le voit, applicable à une équation à trois variables *absolument quelconque*, et cela d'une infinité de manières ; on peut, en effet, pour une équation (2) donnée, choisir arbitrairement les deux premières équations (1), sous la seule condition que les lignes ainsi définies se coupent en des points *réels* ; l'élimination de z_1 et z_2 entre ces deux équations et (2) fournit alors la troisième équation (1) qui, jointe aux deux premières, définit le nomogramme à lignes concourantes correspondant de l'équation (2). C'est à cela, dans ce cas, que se réduit la disjonction des variables.

On pourra toujours, en particulier, effectuer cette disjonction en prenant pour les systèmes (z_1) et (z_2) les équations :

$$x = z_1, \qquad y = z_2,$$

ce qui donnera pour (z_3)

$$F(x, y, z_3) = 0.$$

C'est en cela que consiste la représentation purement cartésienne (fig. 2), susceptible d'être employée dans tous les cas, mais qui ne conduira pas toujours au nomogramme de la construction la plus simple. On obtiendra évidemment le maximum de simplicité dans cette construction lorsqu'on n'aura à tracer que des droites, c'est-à-dire lorsque les équations (1) prendront la forme (où les indices des signes fonctionnels désignent les variables sur lesquelles ils portent) :

$$(3)\qquad \begin{cases} xf_1 + yg_1 + h_1 = 0, \\ xf_2 + yg_2 + h_2 = 0, \\ xf_3 + yg_3 + h_3 = 0, \end{cases}$$

auquel cas l'équation (2) devient :

$$(4)\qquad \begin{vmatrix} f_1 & g_1 & h_1 \\ f_2 & g_2 & h_2 \\ f_3 & g_3 & h_3 \end{vmatrix} = 0.$$

Or, et c'est là un fait capital, la très grande majorité des équations que l'on a à traiter dans

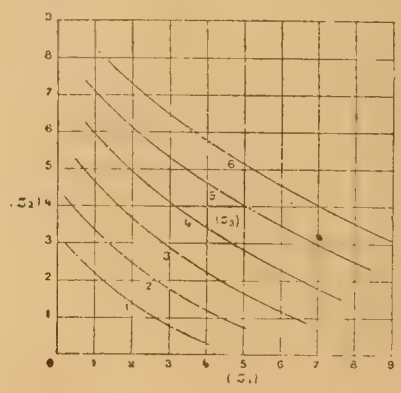


Fig. 2.

les applications rentrent dans ce type (4), envisagé en premier lieu par Massau, notamment celles qui s'écrivent :

$$(5)\qquad f_1g_3 + f_2h_3 + f_3 = 0,$$

pour lesquelles les équations des trois systèmes cotés sont :

$$(6)\qquad \begin{cases} x = f_1, \qquad y = f_2, \\ \qquad xg_3 + yh_3 + f_3 = 0. \end{cases}$$

Dans le cas, plus particulier encore, où les fonctions g_3 et h_3 étant identiques, on peut mettre l'équation sous la forme :

$$(7)\qquad f_1 + f_2 + f_3 = 0,$$

le système (z_3), dont l'équation s'écrit alors :

$$(8)\qquad x + y + f_3 = 0,$$

est [comme chacun des systèmes (z_1) et (z_2), toujours définis par les deux premières équations (6)] constitué par des *droites parallèles entre elles*.

C'est à propos de ce cas particulier que Lalanne a, pour la première fois, formulé, sous le nom d'*anamorphose*, le principe de la transformation ponctuelle permettant de substituer de simples droites aux courbes que comporterait la représentation purement cartésienne. Lalanne l'appliquait d'ailleurs à des équations de la forme :

$$\varphi_1\varphi_2 = \varphi_3,$$

ramenées à la forme (7) par la transformation logarithmique qui permet de les écrire :

$$\log \varphi_1 + \log \varphi_2 = \log \varphi_3.$$

La fig. 3 montre l'application de cette transformation à la table graphique de multiplication

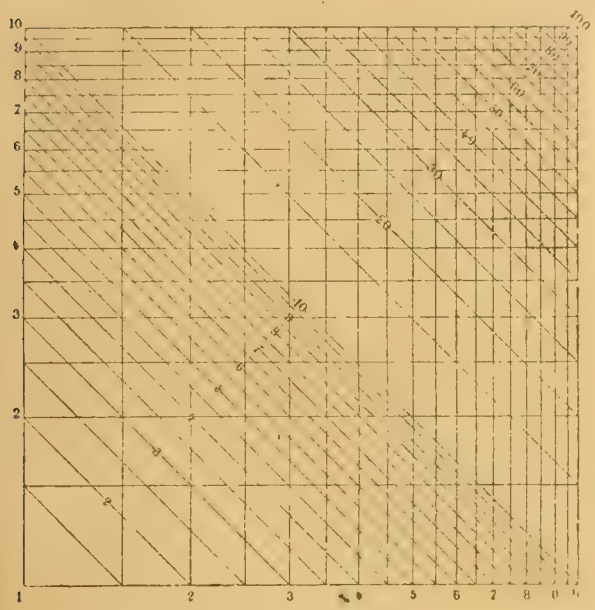


Fig. 3.

comportant, dans le procédé purement cartésien le tracé d'hyperboles équilatères.

Quand une équation, de type très particulier, comme on voit, est ainsi représentable par concours de trois systèmes de droites *parallèles*, on

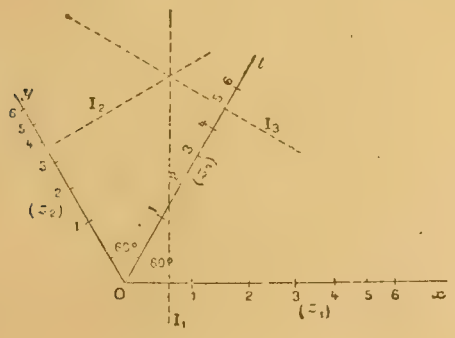


Fig. 4.

peut substituer à ces trois systèmes un transparent portant trois index concourants respectivement parallèles aux droites de chacun de ces systèmes, les cotes correspondantes étant lues sur des échelles perpendiculaires à ces directions.

C'est ainsi que sont constitués les nomogrammes dits *abaques hexagonaux* (fig. 4), lorsque les axes sont pris inclinés à 120° et que les coordonnées x et y sont de l'espèce dite *orthogonale* (obtenues en projetant orthogonalement sur les axes Ox et Oy le point qu'elles servent à déterminer). Ces abaques ne s'appliquent donc, dans le cas de trois variables, strictement qu'aux équations rentrant dans le type (7). L'usage du transparent à trois index (ici dirigés suivant les diagonales d'un hexagone régulier, d'où l'appellation adoptée) introduit certaines facilités dans la construction et la lecture du nomogramme ; mais on voit qu'au point de vue mathématique un tel abaque ne doit être regardé que comme un nomogramme à trois systèmes de droites parallèles, sans plus, chacun de ces systèmes étant engendré par les diverses positions de l'un des troix index lorsque le transparent se déplace en conservant son orientation.

III. — Equations a plus de trois variables représentées par dissociation au moyen de lignes concourantes

Si nous prenons tout d'abord une équation à quatre variables :

$$F_{1234} = 0, \tag{9}$$

nous voyons que, pour chaque valeur attribuée à z_4, nous aurons un nomogramme à trois dimensions tel que ceux que nous venons d'envisager. Comme nous sommes toujours libres du choix de deux des systèmes, (z_1) et (z_2) par exemple, les variations de z_4 pourront être regardées comme n'altérant que le seul système (z_3) ; mais il est clair que ces divers systèmes (z_3) n'étant pas simultanément représentables sur le réseau formé par les systèmes (z_1) et (z_2), où ils produiraient un enchevêtrement absolument inextricable, on doit renoncer à représenter par ce moyen, sur une seule feuille, une équation à quatre variables et, *a fortiori*, à un plus grand nombre de variables. On pourra toutefois lever pratiquement cette difficulté lorsque, suivant la terminologie définie plus haut, l'équation à plus de trois variables considérée sera, moyennant l'introduction appropriée de certaines variables auxiliaires, *dissociable en une suite d'équations à trois variables*.

Supposons, par exemple, que l'équation (9) apparaisse comme le résultat de l'élimination de ζ entre les équations [1] :

$$\begin{cases} f_{12}(z_1, z_2, \zeta) = 0, \\ f_{34}(z_3, z_4, \zeta) = 0. \end{cases} \tag{10}$$

Chacune de ces équations étant représentable par trois systèmes de lignes concourantes, on pourra, *en choisissant le même système* (ζ) *sur*

1. Autrement dit, les seules équations à quatre variables dissociables sont celles qui peuvent se mettre sous la forme $F_{12} = F_{34}$.

les deux nomogrammes, construire ces nomogrammes sur une même feuille *avec le système* (ζ) *commun*. Les deux nomogrammes ainsi accolés permettront, dans les limites de leurs graduations, d'obtenir tout système de z_1, z_2, z_3, z_4, satisfaisant à (9) grâce à la liaison graphique s'énonçant ainsi : *le point de rencontre des lignes* (z_1) *et* (z_2) *et celui des lignes* (z_3) *et* (z_4) *sont sur une même ligne* (ζ). Mais on voit qu'il s'agit ici d'un nomogramme composé et non pas simple, attendu qu'en répétant de l'un à l'autre la graduation des lignes (ζ) (qui n'a pas besoin d'être inscrite dans le cas, ci-dessus supposé, de l'accolement), on peut construire sur des feuilles séparées les nomogrammes de chacune des équations (10), en passant de l'un à l'autre par la valeur de ζ : par exemple, les valeurs de z_1 et z_2, lues sur le premier nomogramme partiel, donnent une valeur de ζ ; cette valeur de ζ, jointe à celle de z_3, fait connaître, sur le second, la valeur correspondante de z_4.

Si, en particulier, l'équation (9) est de la forme :

$$f_1 + f_2 + f_{34} = 0, \tag{11}$$

on peut la dissocier en :

$$f_1 + f_2 + \zeta = 0, \tag{12}$$

(représentable par un abaque hexagonal pour la construction duquel on aura pris $x = \zeta$) et :

$$\zeta = f_{34}, \tag{13}$$

représentable par un nomogramme à lignes concourantes pour lequel on aura pris également $x = \zeta$. L'accolement de ces deux nomogrammes par leur système commun $x = \zeta$ fournit alors ce qu'on appelle un abaque hexagonal *à échelle binaire en* z_3 *et* z_4. C'est d'ailleurs là le type le plus général d'abaque hexagonal pour le cas de quatre variables, étant entendu que, si l'équation (13) est elle-même de la forme :

$$f_3 + f_4 + \zeta = 0,$$

on la représentera aussi par un abaque hexagonal en faisant usage des mêmes axes que pour le précédent, en sorte que le passage de l'un à l'autre abaque s'effectuera par un simple glissement du transparent dans le sens de l'index perpendiculaire à l'axe des x.

Pour un plus grand nombre n de variables, le même procédé s'appliquera lorsque l'on pourra, par une dissociation appropriée, substituer à l'équation donnée *une suite d'équations à trois variables*, enchaînées les unes aux autres par les systèmes auxiliaires (ζ_i) qu'elles ont en commun. Et il ne sera pas possible, au moyen de systèmes figurés sur une même feuille, de pousser des choses plus loin en n'usant que du principe des lignes concourantes.

En fait, on aura ainsi, par enchaînement de nomogrammes à trois dimensions, suppléé au nomogramme simple à n dimensions impossible à construire, et de plus, cet artifice ne s'appliquera que pour des équations de forme particulière.

On voit bien aisément comment on peut former le type le plus général de ces équations : partant de l'équation à trois variables la plus générale, on y remplace chaque variable par une fonction arbitraire de deux autres variables, puis, à leur tour, chacune des nouvelles variables par une fonction arbitraire de deux autres variables, et ainsi de suite.

Au point de vue nomographique, cela revient à rattacher à chacun des systèmes ∞ entrant

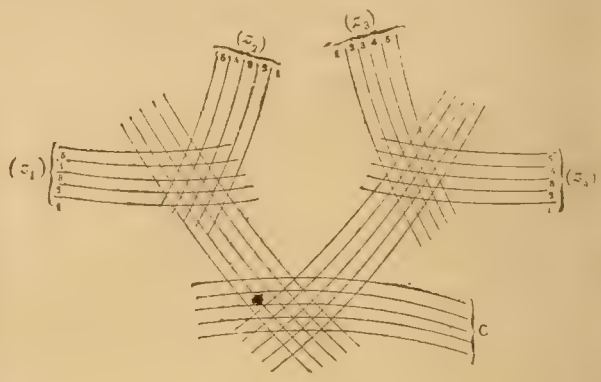


Fig. 5.

dans la constitution du nomogramme le plus général à trois dimensions, à lignes concourantes, un nombre quelconque m de cotes au moyen de systèmes ramifiés tels que celui que représente la figure 5 pour le cas de $m = 4$. Toutefois, on voit immédiatement que, bien que correspondant à tous les systèmes de valeurs de z_1, z_2, z_3, z_4, choisies dans les quatre systèmes ∞^1 cotés, les courbes C ne constituent pourtant pas un système ∞^4, mais bien seulement un système ∞^1, ce qui m'a conduit à dire de ces lignes qu'elles sont *condensées*, chacune d'elles, quoique n'appartenant qu'à un système ∞^1, correspondant, en fait, à une infinité quadruple de valeurs de z_1, z_2, z_3, z_4, et à dénoter un tel système comme étant, sous le rapport nomographique, un système $[\infty^4]_1$.

Si nous faisons correspondre les paramètres ζ, ζ', ζ'', respectivement au système des lignes C et à ceux qui le relient d'une part aux systèmes (z_1) et (z_2), de l'autre aux systèmes (z_3) et (z_4), nous voyons que la liaison analytique entre les courbes C et les quatre cotes s'obtient par élimination de ζ' et ζ'' entre des équations telles que :

$$\begin{aligned} f(\zeta, \zeta', \zeta'') &= 0, \\ f_{12}(\zeta', z_1, z_2) &= 0, \\ f_{34}(\zeta'', z_3, z_4) &= 0. \end{aligned}$$

Ainsi est mise en évidence la dissociation analytique donnant naissance à ce système ramifié. La généralisation pour le cas de m quelconque est évidente, et je n'y insiste pas.

IV. — Cas particulier des abaques hexagonaux

Les abaques hexagonaux à plus de trois variables, obtenus par M. Lallemand suivant une tout autre voie, purement élémentaire, antérieurement d'ailleurs à l'établissement de la théorie générale qui vient d'être résumée, apparaissent comme un cas très particulier de l'application de celle-ci, caractérisé comme suit :

1° au lieu de partir d'une équation quelconque à trois variables telle que (2), on part d'une équation du type (7), s'écrivant :

$$f_1 + f_2 + f_3 = 0;$$

2° on y fait une première série de substitutions, non pas de la forme f_{ij}, mais de la forme $f_i + f_j$, de façon à passer de ce type à

$$\Sigma f_i = 0,$$

avec un nombre quelconque de termes;

3° une deuxième série de substitutions de la forme $f_i f_j$, de façon à passer au type

$$\Sigma f_i f_j \cdots f_n = 0;$$

4° enfin seulement, et une seule fois au plus pour chaque variable, des substitutions de la forme f_{ij}, ce qui donne le type

$$\Sigma f_{ij} f_{kl} \cdots f_{mn} = 0.$$

Somme toute, dans ce cas particulier, comme dans le cas général, on n'a en réalité ici qu'*un enchaînement de nomogrammes à trois dimensions seulement.*

L'auteur de la méthode estime que l'on peut l'appliquer dans la plupart des cas de la pratique, moyennant, le cas échéant, l'admission de *plusieurs systèmes cotés distincts pour une même variable*, c'est-à-dire ce que nous avons appelé plus haut des systèmes surabondants. Mais cela suppose, ainsi que nous l'avons montré dans les généralités, que les variables correspondantes n'auront jamais à être prises pour inconnues, attendu que le nomogramme est, en fait, purement illusoire et inutilisable au regard de celles-ci. D'autre part, ainsi qu'on va le voir, même dans certains cas où cette circonstance strictement rédhibitoire ne se produirait pas, on peut pour telles équations comportant nécessairement, avec la représentation en abaque hexagonal, des systèmes surabondants, obtenir d'autres modes de représentation qui en sont affranchis, ce qui est un avantage assurément non négligeable.

Sans aller chercher bien loin un exemple où l'emploi des abaques hexagonaux est entièrement illusoire, il nous suffira de prendre les équations à trois variables du type général (4), auxquelles va s'appliquer la méthode dont il nous reste à parler. Admettant que, pour simplifier l'écriture, nous divisions tous les éléments de chaque ligne du déterminant par celui contenu dans la dernière colonne, ce qui revient à supposer $h_1 = h_2 = h_3 = 1$, nous pouvons écrire l'équation développée :

$$f_1(g_2 - g_3) + f_2(g_3 - g_1) + f_3(g_1 - g_2) = 0.$$

Pour représenter cette équation en abaque hexagonal, nous aurons à accoler respectivement aux trois axes les nomogrammes de $f_1(g_2 - g_3)$, $f_2(g_3 - g_1)$, $f_3(g_1 - g_2)$, ce qui revient à effectuer la dissociation :

$$\begin{array}{lll} \zeta'_1 = g_2 - g_3, & \zeta'_2 = g_3 - g_1, & \zeta'_3 = g_1 - g_2, \\ \zeta_1 = f_1 \zeta'_1, & \zeta_2 = f_2 \zeta'_2, & \zeta_3 = f_3 \zeta'_3, \\ & \zeta_1 + \zeta_2 + \zeta_3 = 0. & \end{array}$$

Ce nomogramme, dissociable, comme on voit, en sept nomogrammes simples, dont un abaque hexagonal, comprendra donc trois systèmes cotés pour chacune des variables z_1, z_2, z_3 ; il sera, par suite, *illusoire pour chacune d'elles*, c'est-à-dire *strictement inutilisable.*

Pour le cas de quatre variables, la forme de beaucoup la plus fréquente dans les applications est celle qui s'écrit :

$$f_1 g_{3i} + f_2 h_{3i} + f_{3i} = 0. \tag{14}$$

Elle ne sera représentable en abaque hexagonal, sans système surabondant, que si g_{3i} et h_{3i} sont identiques, auquel cas on retombe sur le type (11), dissociable, si l'on veut, comme on l'a vu, en un abaque hexagonal simple et une échelle binaire, mais également représentable, bien entendu, par la méthode rappelée plus loin. Si cette condition n'est pas remplie, la représentation de (14) ne pourra se faire en abaque hexagonal que moyennant l'adoption de deux échelles binaires en z_3 et z_i, soit avec un système surabondant pour chacune de ces variables au regard desquelles l'abaque sera, par suite, illusoire, ce qui, dans nombre de cas où se présente une équation de la forme (14), rend la méthode effectivement inutilisable. En tout cas, l'abaque ainsi construit comporte une dissociation en quatre nomogrammes à trois dimensions chacun.

En fait, l'usage des abaques hexagonaux est pratiquement assez restreint, et la meilleure preuve à l'appui de ce dire est que les seuls exemples que l'on en puisse citer sont ceux qui ont été publiés par l'auteur même de la méthode. Il n'est, au reste, pas un seul cas où elle s'applique qui ne puisse être également traité par la méthode

dont il va maintenant être parlé, alors qu'une foule d'autres cas, que celle-ci permet de résoudre avec la plus extrême facilité, lui échappent totalement.

V. — Equations a plus de trois variables représentées sans dissociation par points alignés

Les nomogrammes à points alignés proviennent d'une transformation dualistique appliquée aux nomogrammes à droites concourantes représentatifs des équations du type (4). Il suffit, pour

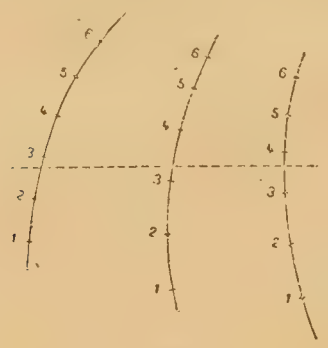


Fig. 6.

les obtenir, de remplacer, dans les équations (3) les coordonnées ponctuelles x et y par des coordonnées tangentielles u et v, dont, au point de vue pratique, les plus avantageuses sont celles dites *parallèles* (pour des raisons auxquelles je n'ai pas à m'arrêter ici où je n'ai souci que des principes qui dominent le sujet). On obtient ainsi des nomogrammes du type représenté par la fig. 6, sur lesquels la liaison graphique entre les points cotés (z_1), (z_2) et (z_3) consiste simplement en un *alignement*.

Si, sur un tel nomogramme, on fait varier l'un des systèmes, (z_3) par exemple, au moyen d'une quatrième variable (z_4), les divers nomogrammes à trois variables correspondant aux valeurs successives de z_4, peuvent, à l'encontre de ce qui avait lieu dans le cas des lignes concourantes, être dessinés sur une même feuille, avec les mêmes échelles, (z_1) et (z_2); il suffit, à côté de chacune des échelles (z_3) ainsi obtenues, d'inscrire la valeur correspondante de z_4. On peut, au reste, considérer les lieux géométriques des points de même cote z_3 sur ces diverses échelles et leur affecter cette cote z_3. Dès lors, à chaque couple de valeurs de z_3 et z_4 correspondra le point de rencontre des lignes cotées (z_3) et (z_4) qu'il suffira d'aligner avec les points (z_1) et (z_2). En somme, ici, la liaison graphique consiste en un alignement entre des points (z_1) et (z_2) appartenant à des systèmes ∞^1 et un point (z_3, z_4) appartenant à un système ∞^2. *Un tel nomogramme est simple*, au sens que nous avons défini plus haut, donc effectivement doué, sans décomposition possible, de quatre dimensions. Et c'est pourquoi j'ai pu dire, dans l'Introduction de la seconde édition de mon *Traité de Nomographie* (p. XI), que « *c'est le principe des points alignés qui, pour la première fois, a permis de réduire effectivement à une représentation plane un nombre de dimensions supérieur à trois* ». C'est là un fait mathématique hors de toute contestation.

Le type d'équation ainsi représenté est celui que l'on obtient en remplaçant, dans la dernière

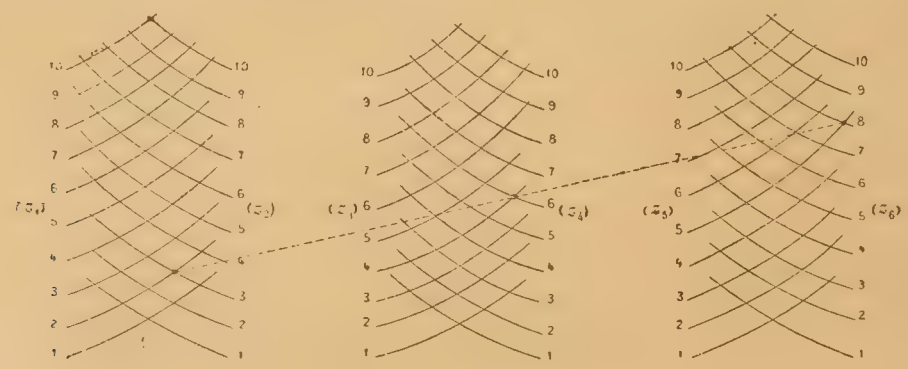


Fig. 7.

ligne du déterminant (4), les fonctions de la seule variable z_3 par des fonctions de z_3 et z_4.

On peut, au reste, bien évidemment, effectuer une substitution semblable dans chacune des lignes du déterminant et l'on obtient ainsi une équation à six variables du type :

$$(15) \qquad \begin{vmatrix} f_{12} & g_{12} & h_{12} \\ f_{34} & g_{34} & h_{34} \\ f_{56} & g_{56} & h_{56} \end{vmatrix} = 0,$$

représentable, *sans aucune dissociation* [1], par un nomogramme simple, du type schématisé sur

1. Ceci fait ressortir la confusion commise dans certaine note (*Comptes rendus*, 1er semestre 1922, p. 254) où l'auteur confond la dissociation qui correspond à la fragmentation d'un nomogramme composé en plusieurs nomogrammes sim-

la fig. 7, où la liaison graphique est constituée par l'alignement des points (z_1, z_2), (z_3, z_4) et (z_5, z_6) pris dans les trois réseaux.

Mais les équations, susceptibles de ce mode de représentation, qui, de beaucoup, se rencontrent le plus fréquemment dans les applications, sont celles de la forme (14) ci-dessus, qui rentrent bien dans le type (15) lorsqu'on les écrit

$$\begin{vmatrix} 1 & 0 & -f_1 \\ 0 & 1 & -f_2 \\ g_{3i} & h_{3i} & -f_{3i} \end{vmatrix} = 0.$$

On vient de voir que de telles équations ne sont susceptibles de représentation par abaque hexagonal que moyennant l'introduction de deux systèmes surabondants en z_3 et z_4 et une dissociation en quatre nomogrammes à trois dimensions. Par points alignés ces mêmes équations se représentent sans aucune dissociation par un nomogramme simple à quatre dimensions, comportant deux échelles rectilignes et parallèles (z_1) et (z_2) et un réseau de points à deux cotes (z_3, z_4).

Voici, pour rendre la chose plus claire, un exemple concret : il s'agit de l'équation du poids total transporté par un avion en vol horizontal, traitée pendant la guerre à la Section technique de l'Aéronautique, et qui figure, à titre d'exemple, dans mes *Principes usuels de Nomographie* (p. 58). Si p est le poids total transporté, T la puissance normale, π la charge par cheval, A le paramètre de sécurité, cette équation, pour une masse puissancique prise égale à 2, s'écrit :

$$p + A\pi^{\frac{2}{3}}T^{\frac{2}{3}} - (\pi - 2)T = 0.$$

Sa représentation par abaque hexagonal, moyennant l'adoption de systèmes surabondants pour π et T, est schématisée sur la fig. 8, où les cadres en pointillé entourent les quatre nomogrammes partiels à trois dimensions qui, par leur accolement, engendrent cette représentation, et où le mode de liaison graphique est indiqué par des traits gras. On voit que, moyennant la répétition des graduations des variables auxiliaires ζ_1 (sur I et II), ζ_2 (sur I et III), ζ_3 (sur III et IV), on pourrait dessiner ces nomogrammes partiels sur quatre feuilles séparées et s'en servir, comme du nomogramme composé, pour calculer P en fonction des trois autres variables. Mais ce nomogramme composé, pas plus que la série des quatre nomogrammes partiels, ne permettrait de prendre comme inconnue π ou T. Or, ce que, pratiquement, on avait besoin de connaître, c'était les divers couples de valeurs de π et T correspondant à un couple donné de valeurs de p et A, et, plus spécialement, celui de ces couples comportant la plus petite valeur pour π; et l'on voit que, pour cette détermination, *le dit abaque hexagonal est pratiquement inutilisable*, par suite de l'existence des systèmes surabondants pour π et T.

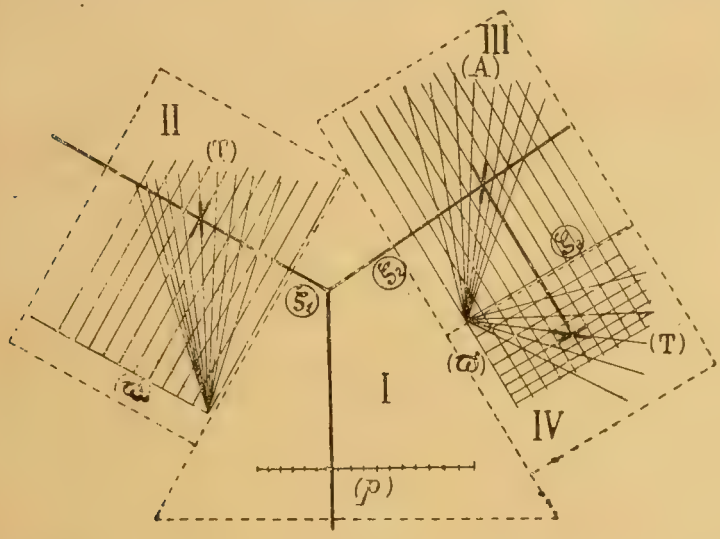


Fig. 8.

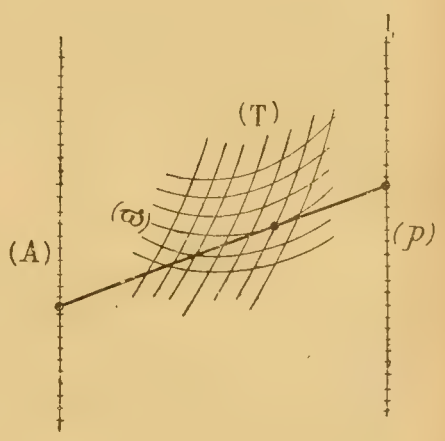


Fig. 9.

Voici maintenant, sur la fig. 9, la schématisation du nomogramme à points alignés de la même équation (donné dans son exacte disposition par la fig. 16, p. 59, de mes *Principes usuels*), nomogramme indécomposable cette fois, donc, effectivement, à quatre dimensions. Il suffit d'unir par un alignement les points (A) et (p) correspondant aux valeurs données pour que tous les points du réseau (π, T), situés sur cet alignement, fournissent les couples de valeurs correspondantes de π et T ; en particulier, la courbe (π)

ples avec la disjonction permettant, pour la construction d'un nomogramme simple, de définir analytiquement les divers systèmes cotés qui y interviennent.

tangente à cet alignement fait connaître par sa cote le minimum correspondant de π.

Et je m'empresse d'ajouter que ce n'est pas là un exemple isolé. La grande majorité des équations traitées pendant la guerre pour les besoins des diverses techniques qui s'y rapportaient (tir de l'artillerie; autofrettage des canons; construction et utilisation des avions;...) appartenaient à ce même type.

Cette possibilité d'obtenir des nomogrammes simples, et sans système surabondant, pour un grand nombre d'équations à quatre variables se rencontrant dans la pratique est sans doute une des raisons de la faveur rencontrée par la méthode des points alignés auprès des techniciens de toute spécialité, ainsi que je vais le rappeler plus loin.

Remarquons, au surplus, qu'il sera possible également d'effectuer des dissociations aboutissant soit à un enchaînement de nomogrammes tous à points alignés (alignements multiples), avec échelles simples ou réseaux de points à deux cotes, soit un enchaînement de nomogrammes les uns à points alignés, les autres à lignes concourantes.

Par exemple, en substituant aux deux systèmes simples qui engendrent un réseau de points à deux cotes respectivement des systèmes à m et m' cotes, constitués par des ramifications successives (comme celui de la fig. 5 pour $m = 4$), on transformera un nomogramme de même type que celui de la fig. 9 en un nomogramme représentatif d'une équation à $m + m' + 2$ variables; mais, ici encore, il ne faut pas s'y tromper; ce que l'on aura réalisé en fait, c'est l'enchaînement de $(m - 1) + (m' - 1) + 1 = m + m' - 1$ nomogrammes, dont un à quatre dimensions et $m + m' - 2$ à trois [1].

1. Dans sa note du 9 janvier 1922, aux *Comptes rendus* (p. 85), M. Lallemand signale un exemple d'une telle représentation, obtenue dans le cas de $m = 2$ et $m' = 1$ par M. Soreau, comme s'il s'agissait là d'un principe nouveau; en fait, la multiplication des cotes attachées à un élément, par système ramifié, se trouve très explicitement formulée dans mon *Traité de Nomographie*, dès la 1re édition (p. 351).

Bien que cela s'écarte un peu de mon sujet, je saisirai l'occasion qui m'est ici offerte de formuler une autre remarque relative au passage qui précède immédiatement celui que je viens de viser, dans la même note. Cette remarque consiste à faire observer que les points nodaux de M. Soreau ne diffèrent que par le nom des points que j'ai nommés critiques qui sont ceux où les valeurs des variables entrant dans une équation d'ordre nomographique 3 deviennent critiques. Ces points, dans le cas où l'on envisage la représentation d'une telle équation par nomogramme conique, sont ceux où le support rectiligne rencontre le support conique, points désignés par I et J au n° 78 et sur la fig. 122 de mon ouvrage *Calcul graphique et nomographie*. J'ai, dès la 1re édition de cet ouvrage, mis en évidence le rôle essentiel joué par ces points dans ce mode de représentation, aussi bien que dans celui comportant trois échelles rectilignes, par lequel il m'a paru plus logique de débuter parce qu'il ne suppose pas, comme le précédent, l'introduction d'un facteur parasite. Il ne semble pas qu'il suffise de changer la forme donnée à la théorie d'une certaine notion mathématique pour justifier un changement du nom par lequel a été primitivement désignée cette notion.

VI. — Résumé et conclusions

J'ai tenu à développer les considérations théoriques qui précèdent pour permettre à tout lecteur sans initiation spéciale d'asseoir son opinion sur le sujet visé; mais, si l'on se borne à vouloir être éclairé « sur les avantages comparés des abaques hexagonaux et des abaques à points alignés [1] », il existe, pour trancher le débat, un critérium indépendant de ces considérations et qui ne saurait tromper : celui du plus ou moins grand usage qu'il est fait, dans la pratique, de l'une ou l'autre de ces méthodes. Or, alors qu'il semble bien qu'il n'ait guère été fait d'applications des abaques hexagonaux en dehors de celles que l'auteur du procédé a lui-même fait connaître, la méthode des points alignés est devenue d'un emploi tout à fait courant, journalier même, peut-on dire, entre les mains des techniciens de toute spécialité.

Ainsi que j'ai déjà eu l'occasion de le dire dans l'*Introduction* de la seconde édition de mon *Traité de Nomographie* (p. XII), la simple liste de celles des applications de la méthode qu'il m'a été donné de réunir à l'Ecole des Ponts et Chaussées, et qui émanent de plusieurs centaines d'auteurs, « fournirait à elle seule la matière d'un petit opuscule ». Elles se rapportent d'ailleurs aux objets les plus variés : résistance des matériaux; stabilité des constructions; cubature et mouvement des terres; hydraulique; astronomie; géodésie; navigation; thermodynamique; organes des machines; électricité; balistique intérieure et extérieure; aviation; calculs financiers; assurances; etc., etc.

Soutiendra-t-on que c'est de parti pris que les nombreux auteurs de ces applications si diverses ont fait, de préférence à toute autre, usage de la méthode des points alignés ? qu'ils s'y soient arrêtés pour obéir à une sorte de mot d'ordre ? Leur libre choix n'est-il pas, au contraire, le meilleur garant des avantages par eux reconnus à la méthode, voire des possibilités qu'elle leur a données et qu'ils n'auraient pas rencontrées ailleurs ?

Nombre d'entre eux se sont, au reste, plu à proclamer explicitement la supériorité de la méthode, M. Soreau notamment, lorsqu'en en publiant une application nouvelle, il a dit [2] : « *Ainsi s'affirme, une fois de plus, et de façon particulièrement probante, la supériorité de la belle méthode des points alignés...qui a été l'objet*

1. Titre même d'une des notes ici visées (*Comptes rendus*, 1er sem. 1922, p. 253).

2. *Mémoires de la Société des Ingénieurs civils*, 1907, 1er vol., p. 693.

des plus importants travaux faits en Nomographie dans ces dernières années. »

M. Gœdseels, le savant administrateur de l'Observatoire de Belgique, qui compte, lui aussi, parmi les spécialistes des études nomographiques, va même plus loin encore. S'attachant à faire ressortir l'importance de la méthode des points alignés, il n'hésite pas à déclarer[1] que l'« *on peut presque dire qu'elle constitue aujourd'hui la Nomographie proprement dite* ».

Je me permettrai d'ajouter, à titre de confirmation de cette manière de voir, qu'au cours de la guerre, où c'étaient plus que jamais, est-il besoin de le dire, les exigences impérieuses de la pratique qui fixaient le choix des problèmes et celui des méthodes à suivre pour leur résolution, c'est, à peu près exclusivement, la méthode des points alignés (et, d'ailleurs, pas une seule fois celle des abaques hexagonaux) qui a été utilisée, non seulement à la Section spéciale de Nomographie, mais aussi dans les divers bureaux de calcul fonctionnant pour le compte de plusieurs grands organismes comme la Section technique de l'Aéronautique[1] et les Etablissements Schneider. Et c'est pourquoi les instructions que j'ai été amené à rédiger, au cours de la guerre, pour les officiers et techniciens chargés d'étudier ces applications (et qui ont, depuis lors, pris la forme de ma brochure *Principes usuels de Nomographie*), se sont trouvées, en quelque sorte, automatiquement limitées, en dehors de quelques généralités sur la représentation cartésienne, à la seule méthode des points alignés. Dominant toute discussion *in abstracto*, l'expérience s'est prononcée.

M. d'Ocagne,
de l'Académie des Sciences.

1. *Revue des Questions scientifiques*, de Bruxelles (janvier 1922, p. 205).

1. Voir à ce propos, dans les *Annales des Ponts et Chaussées* (1921, fasc. I, p. 87), le témoignage très explicite de l'Ingénieur en chef Caquot qui avait, pendant la guerre, été chargé des fonctions de Directeur de la Section technique de l'Aéronautique.

LA DÉMONSTRATION SCIENTIFIQUE

PREMIÈRE PARTIE

Le rapport, lumineux et bref, de mon maître M. Emile Picard, sur la Théorie de la Relativité[1], me suggère quelques réflexions sur la démonstration scientifique.

La théorie d'Einstein est encore jeune, et déjà l'on voit, autour d'elle, presque des... fanatiques et des iconoclastes !

Mais je ne veux pas entrer dans le nouveau « temple » et je me contenterai, en curieux, de circuler dans les avenues qui nous y conduisent.

Si la nouvelle doctrine rencontre, parmi les hommes de valeur, des opposants et des adhérents, peut-être la question n'est-elle pas mûre; peut-être aussi, avons-nous plusieurs manières de comprendre la construction de la Science ?

Examinons les théories les plus classiques, et alors nous pourrons avoir une idée approximative de la nature et de la valeur des discussions que poursuivent, actuellement, nos illustres savants. Et si je commence par rappeler, au sujet des Mathématiques, des choses bien connues, ce n'est pas que j'attribue à cette science une pré-éminence, une pré-excellence quelconque. Mais, comme le dit M. Emile Picard, il est plus facile d'apprendre les Mathématiques que de s'en passer.

L'Analyse mathématique

Assurément, il y a, à l'ultime source, à la base des notions premières de l'Analyse, des expériences et de l'intuition, mais, grâce aux définitions, on a pu créer une langage logique et impersonnel.

« On a marché, dit Henri Poincaré, vers la rigueur; j'ajoute qu'on l'a atteinte et que nos raisonnements ne paraîtront pas ridicules à nos descendants; je veux parler, bien entendu, de ceux de nos raisonnements qui nous satisfont. »

Dans cette élaboration, une seule notion, intuitive a été conservée, celle du nombre *entier*, On en déduit la notion du nombre *rationnel* et, enfin, on définit le nombre *irrationnel* par 2 suites infinies de nombres rationnels.

Je vois bien, à travers cette définition des nombres irrationnels, l'intuition de « limite », de passage à la limite. Néanmoins, cette intuition est masquée logiquement par une définition qui engendre un langage parfaitement cohérent.

1. La Théorie de la relativité et ses applications à l'Astronomie, par Emile Picard, Secrétaire perpétuel de l'Académie des Sciences, chez Gauthier-Villars, 1922 (extrait de l'*Annuaire du Bureau des Longitudes*).

Le nombre $\sqrt{2}$ ne sera plus la mesure de la diagonale du carré dont le côté est un, notion intuitive. Le nombre $\sqrt{2}$ devient la coupure de 2 suites infinies de nombres définis antérieurement. Et ensuite, passant à l'application géométrique de l'Analyse, c'est cette coupure qui devient la définition de la longueur de la diagonale.

La Mathématique a obtenu ainsi des démonstrations parfaites, en restreignant la dose de l'intuition (pour la démonstration — je ne parle pas de la découverte) et en faisant plus grande la part de la *définition*. M. Gaston Milhaud a écrit, sur ce renversement des anciennes habitudes, des livres déjà anciens et toujours lumineux[1]. Cela me dispense d'insister.

Il faut noter un fait capital, concernant l'application géométrique : c'est l'existence des Géométries non euclidiennes.

On cherche toujours à énoncer explicitement tous les postulats de la Géométrie ordinaire, classique, mais c'est extrêmement difficile parce qu'il s'agit d'une lente élaboration de l'esprit sur l'expérience accumulée des générations quant aux corps solides. Certains postulats ont pu passer dans l'inconscient, et n'en avons-nous pas mis, sans le savoir, dans les *mots* que nous employons ?

De tous nos postulats, le plus fameux est celui qui concerne la parallèle à une droite ; c'est le Postulat d'Euclide, si mal nommé : « par un point, on peut mener une parallèle à une droite, et une seule ».

Des savants hardis ont supposé qu'on ne pouvait mener aucune parallèle, ou bien qu'on pouvait en avoir une infinité, et leurs constructions logiques sont cohérentes. On a fait des Géométries non euclidiennes logiquement valables, mais on pouvait se demander si, un beau jour, on ne se heurterait pas à une contradiction ?

Henri Poincaré a démontré que nous sommes sûrs de n'être pas arrêtés, dans cette voie[2].

L'existence d'une infinité de Géométries différentes prend de l'importance, au moment où Einstein introduit, non pas, il est vrai, des *espaces* non euclidiens, mais des *univers* non euclidiens, l'existence du point matériel étant équivalente à une déformation locale, en un point, d'un univers[3].

Pour notre objet actuel, retenons d'abord que la certitude logique de la démonstration mathématique repose sur un formidable travail d'abstraction, ensuite qu'au seuil même de l'application, on se trouve en présence d'une infinité de Géométries logiques et cohérentes : une infinité de théories physiques de l'espace.

Nous mentionnerons aussi un caractère spécial de la théorie analytique, la possibilité fréquente d'un renversement dans l'ordonnance des idées. Qu'il s'agisse, par exemple, de l'ellipse ou du sinus, etc., je pars d'une définition A et j'obtiens un théorème B. Je pourrai, souvent, prendre la propriété B pour définition et alors la définition A deviendrait un théorème démontré.

Les sciences mathématiques — ce n'est pas contesté — ont pris naissance à la suite d'une réflexion séculaire sur les propriétés pratiques des *solides* que nous touchons et manions, des triangles que nous arpentons, etc.

Mais, perfectionnées par l'élaboration savante de *définitions* synthétiques, les Mathématiques ont pris, peu à peu, l'aspect d'un jeu de symboles nets, précis : jeu très difficile, jeu d'imagination et de logique, de finesse et de puissance, jeu austère! On peut dire « jeu » ou « spéculation » parce qu'on se meut dans l'abstrait (extrait du réel, généralisé, étendu...) et ensuite parce que — nous venons de le dire — certains points de départ sont *arbitraires ;* l'ordonnance de certaines théories est *réversible*.

Nous devons rechercher, maintenant, s'il existe des caractères semblables ou analogues, dans la Mécanique, dans la Physique ?

La Mécanique

Dans la Mécanique classique, il faut définir la force statique, dont l'idée première provient de la sensation d'effort musculaire, et il faut définir la force dynamique qui, d'après le Principe de l'Inertie, est introduite (par définition) chaque fois que le mouvement d'un point matériel isolé n'est pas, à la fois, rectiligne et uniforme. Les forces statiques et les forces dynamiques présentent, en outre, des analogies permettant de les assimiler (Principe de d'Alembert).

Mais celui qui veut exposer les éléments de la Mécanique classique se trouve immédiatement dans des broussailles enchevêtrées et ténébreuses ; il n'est pas, je crois, deux savants suivant la même piste et il n'existe pas un seul exposé satisfaisant tout le monde. L'auteur, lui-même, se juge sévèrement et se reconnaît impuissant : les principes de la Mécanique sont terriblement subtils.

La définition de la force est toujours critiquée.

1. Essai sur la Certitude logique, chez Alcan, 1894 ; Le Rationnel, Alcan, 1898.
2. La Science de l'Hypothèse, pages 57 et 58 ; E. Flammarion, *Bibliothèque de Philosophie scientifique*.
3. Emile Picard, brochure citée, p. 19.

Chacun connaît la célèbre critique de Hertz[1] : «Hertz, disait Henri Poincaré, n'a pas cherché à Galilée et à Newton une simple querelle d'allemand... avec le système classique il est impossible de donner de la *force* et de la *masse* une idée satisfaisante. »

On critique la Mécanique classique, mais ni l'étudiant ni l'ingénieur ne peuvent la rejeter et sa disparition n'est pas prochaine, quoi qu'il advienne.

Examinons seulement quelques points de l'histoire de la Mécanique.

La règle du parallélogramme, pour la composition de 2 forces, est devenue, peu à peu, un *Principe* après avoir été longtemps un fait expérimental pour les uns — pour d'autres, une déduction à partir de faits tenus pour plus primitifs, ayant une priorité d'expérience ou de logique.

Fait d'expérience ?

Assurément, on peut faire des expériences, comme celles de Stevin et de Varignon[2]. On doit faire des expériences, et, sans cela, d'où partirait-on ? Il faut même en faire beaucoup. Mais, comme l'a remarqué Henri Poincaré, on ne peut accrocher et décrocher une force dynamique, comme on attelle ou dételle une locomotive !

L'expérience suggère la définition de la force; elle ne définit par la force. Si, d'autre part, on veut démontrer, « more geometrico », la règle du paralléllogramme, en partant, par exemple, du losange... la critique découvre aisément un verbiage creux et des cercles vicieux.

On a donc renoncé à « démontrer », mais il y a eu une lutte épique entre ces deux rivales : *définition* et *démonstration*.

La mécanique des machines avait créé la quasi-certitude pratique de la règle du parallélogramme. Après de longs et vains efforts, on a renoncé à *démontrer* cette règle ; on la *pose* comme principe et elle fait partie de la *définition* de la force.

Par une élaboration très soignée des Principes concernant l'Inertie, la règle du parallélogramme, les actions, les liaisons, etc., on a construit des *définitions* correctes et l'on a pu instituer une Mécanique démontrée, une Mécanique rationnelle. Mais il s'agit de démonstration sous condition : lorsque les principes sont valables,... voici ce que l'on pourra déduire...

On obtient bien une démonstration « more geometrico », mais en chargeant les *définitions* d'un fardeau pesant : toute une expérience, une conception de la Nature!

Expérience et conception intellectuelle marchent de front et sont inséparables, dès que l'on abandonne l'expression la plus banale, la plus brutale des faits. Et cette juxtaposition est tellement certaine que notre expérience commune du monde mécanique peut se traduire, aussi bien, dans la langue de la théorie *classique*, et dans la langue de la théorie *énergétique*. Dans la première conception, il y a 4 notions fondamentales, espace, temps, masse, force. Dans la seconde conception, l'énergie sera la notion fondamentale et la force s'introduira comme une expression analytique, commode d'emploi lorsqu'ont lieu des échanges d'énergie. Il est, d'ailleurs, aussi difficile de bien définir l'énergie que de bien définir la force.

Nous retrouvons bien, ici, la *réversibilité* de l'ordre des notions, mais à moindre dose que dans l'Analyse pure, parce qu'il y a, devant le physicien, le volant régulateur du sens commun et de l'expérience, qui limitent le degré d'arbitraire de son jeu.

Que l'on veuille adopter le système classique, ou bien le système énergétique, on rencontre une notion extrêmement féconde, celle de travail virtuel, dont l'importance est telle qu'il faut raconter son histoire. On remarque, immédiatement, que certains auteurs disent *Principe* des travaux virtuels, tandis que d'autres emploient le mot *Théorème*. Ce fait a besoin d'un commentaire.

Le *travail virtuel* correspond à un déplacement infiniment petit, compatible avec les liaisons dépourvues de frottement. L'étude physique des liaisons, telles qu'elles sont réalisées dans les machines (au frottement près), montre que le travail virtuel des forces de liaison est nul.

L'étude mécanique des systèmes en équilibre montre que, si un système est en équilibre, le travail virtuel des *forces directement appliquées* est nul — et réciproquement. Telle est la règle des travaux virtuels[1].

Descartes a eu l'idée de faire de cette propriété, entrevue, du travail virtuel, un principe primitif et Lagrange en a fait la base de la Statique analytique, mais Lagrange ne regardait pas cette notion comme pouvant être immédia-

1. H. Poincaré, *Revue générale des Sciences*, 30 septembre 1897.

2. *La Mécanique*, par Mach, trad. française chez Hermann, 1904. Cet ouvrage est extrêmement remarquable.

1. Je suppose les frottements nuls, c'est-à-dire négligeables. Je suppose, en outre, les déplacements virtuels renversables. Sinon il faut dire :

travail des forces de liaison $\geqq 0$,

travail des forces directes $\leqq 0$.

Mais ces inégalités, correspondant aux liaisons unilatérales, compliqueraient mon langage, et je les omets, volontairement, pour parler plus facilement.

tement érigée en principe. Il a fait une démonstration, par la considération de trains de poulies qui transformeraient les forces en poids [1].

C'est une démonstration de physicien. Fourier a donné une autre démonstration, en substituant au système donné un système plus simple, susceptible d'être déplacé de la même manière.

Mais les démonstrations de Lagrange et de Fourier nous paraissent artificielles et superficielles. Celle de Fourier se préoccupe, assez peu, de la réalisation effective des liaisons.

Et Gauss disait (d'après Jacobi) que Lagrange n'a pas *démontré* ses équations d'équilibre. Dans ces conditions, il les aurait *posées*, par principe, par définition ?

Le Traité magistral et fondamental de M. Appell donne une démonstration, qui consiste d'abord en une vérification de la Règle des travaux virtuels, pour les types classiques, connus, de liaisons — à la lueur des premiers éléments de la Cinématique et de la Mécanique.

Ayant vérifié que les liaisons sans frottement ne travaillent pas, dans un déplacement compatible avec les liaisons, M. Appell [2] érige ensuite ce fait en définition générale des liaisons sans frottement, et alors il démontre le principe des travaux virtuels.

Telle est bien la méthode de la Physique mathématique : élaboration de *bonnes définitions*, permettant de faire une analyse cohérente.

Tout récemment, M. Louis Roy a été bien plus loin, dans cette voie, en partant d'une définition analytique des liaisons sans frottement et en employant les méthodes de la Mécanique analytique : il obtient ainsi, par déduction, le Principe, comme théorème [3].

Tout autre sera, en général, le processus de la pensée d'un physicien et nous voyons, par exemple, M. Bouasse [4] ériger en Principes de Physique :

1° que, pour un déplacement virtuel, les liaisons ne travaillent pas (plus exactement, les forces de liaison sans frottement ne donnent jamais un travail *résistant*, négatif),

2° que, pour un déplacement virtuel, le travail des forces directement appliquées est nécessairement un travail *moteur*, positif.

Il en résulte que, dans le cas de l'équilibre, le travail virtuel des forces directes est *nul*, dans le cas des liaisons *bilatérales* — *négatif*, dans le cas des liaisons *unilatérales*.

C'est la règle des travaux virtuels, érigée en Principe.

Nous constatons, en somme, comme un fait, l'existence d'attitudes scientifiques très diverses, et une certaine possibilité de jeu, de spéculation, dans la Mécanique Analytique.

De la méthode si élégante, si correcte, dans la forme, du physicien mathématicien, ne pourrait-on dire qu'elle semble perdre en *objectivité* ce qu'elle gagne en précision logique et analytique ? On voit, en somme, que tout le fardeau des difficultés possibles se trouve reporté sur une définition des liaisons.

Il faut une extrême perfection des définitions pour atteindre la forme correcte de la démonstration analytique, mais aussi, quand on regarde de près, voit-on parfois la *définition* plier sous le poids des *énigmes* qu'on a accumulées en elle, quant à la question capitale de l'accord de la théorie avec le Réel.

Et cependant, jamais on ne renoncera à cette méthode parce que la langue des géomètres est si maniable, subtile et puissante qu'elle permet de voir les choses connues, sous des aspects nouveaux ; en outre, elle fait trouver des choses nouvelles, des rapports imprévus entre des phénomènes dissemblables, en apparence.

Dans les parties élémentaires de la Science, l'ingénieur, le physicien, disions-nous, peut se contenter d'une induction énoncée à la suite d'un ensemble d'expériences variées. Après N expériences, il pose un Principe, mais il n'existe, certes, aucune règle pour fixer N. C'est un art ! C'est le bon sens qui décidera. Les timides demanderont que N soit un très grand nombre et les hardis se moqueront de cette prudence.

Des jugements de ce genre se retrouvent dans toute théorie rationnelle.

A quel stade de notre expérimentation rationnelle pouvons-nous nous arrêter provisoirement, — poser un principe, — ensuite déduire et analyser dans les cadres de la Mathématique ?

A quel moment l'induction est-elle devenue *assez sûre* pour que nous puissions mettre en train la déduction et démontrer ?

On ne constatera pas, dans cet ordre d'idées, un accord complet entre les savants, parce que les uns sont plus intuitifs, les autres plus raisonneurs ; les uns sont surtout inventeurs, les

1. La proposition générale se trouverait alors ramenée à la proposition suivante : l'équilibre d'un système de corps pesants a lieu lorsque le centre de gravité est aussi bas que possible, en tenant compte des liaisons.

L'image de Lagrange est une conception remarquable de physicien, d'ingénieur. Voir l'ouvrage, cité, de Mach et les 2 beaux volumes de M. Jouguet : Lectures de Mécanique, chez Gauthier-Villars, 1908 et 1909.

2. Précis de Mécanique rationnelle, par Appell et Dautheville, chez Gauthier-Villars, 1918, p. 492.

3. Louis Roy : Sur les équations générales de la Mécanique. *Annales de la Faculté des Sciences de l'Université de Toulouse*, 1921.

4. H. Bouasse : Statique, chez Delagrave, 1920, pages 60 et 61.

autres sont systématiques. Grande est la variété des bons esprits et nous l'avons bien vu, à l'occasion du Principe, ou Théorème du travail virtuel. Dans l'application, il n'y a aucun désaccord, parce que nous touchons la synthèse de tout ce qui est acquis sur l'équilibre des machines sans grincements. Dans la conception, quant à la situation de cette notion dans le monument de la Science, le désaccord est complet.

L'un démontre un Théorème, et encore le mot « démonstration » n'a pas, pour tous, le même sens. L'autre pose un principe, le principe étant une sorte d'hypothèse, dont le succès est tel qu'on lui confère un rang pré-éminent et transcendant par rapport aux autres hypothèses.

On pourra toujours dire, de la Physique théorique, qu'elle se berce de folles illusions si elle prétend démontrer, « more geometrico », le principe du travail, car elle introduit implicitement au moins deux formidables postulats :

1° Il n'existe que des liaisons analogues à celles que nous connaissons actuellement,

2° Les liaisons sont nécessairement représentées par telle ou telle forme analytique.

Connaissons-nous donc toute la nature et tous les mécanismes?

Et, quant à la forme mathématique des liaisons, y a-t-il si longtemps que Hertz nous a appris à distinguer les liaisons solides ou *holonomes* (relation entre les coordonnées des points) et les liaisons non holonomes (relation entre les coordonnées et leurs vitesses) [1].

Toutes ces critiques ont du poids, mais si l'on déclare que la Physique mathématique, en se rapprochant à l'excès de la Mathématique, inquiète, et même effraie un peu, si on lui reproche de vouloir forcer et violenter la Nature, contre cette défiance le Théoricien saura se défendre.

Il montrera, sans peine, la commodité, la fécondité, le succès des théories dans la Mécanique céleste, l'Optique, l'Électricité, dans tout ce qui peut être observé et mesuré, avec précision. Néanmoins, la forme mathématique de la théorie étant obtenue par des définitions, ce vêtement mathématique ne confère pas, *a priori*, à la Physique mathématique la certitude logique et mathématique. Disons-le, dès maintenant, la Physique théorique n'est pas nécessairement une *démonstration*, au sens mathématique ou logique de ce mot — ou bien une *explication* intime du Cosmos. C'est, peut-être, seulement une classification rationnelle des données de l'expérience. Telle était, à peu près, l'idée de Duhem [2].

1. M. E. Delassus, dans ses Leçons de Dynamique (Hermann, 1913), distingue un 3e type, la liaison semi-holonome (page 25).

2. *Revue générale des Sciences*, 15 janvier 1908.

Si nous nous plaçons à ce point de vue : *classification rationnelle* des phénomènes — plutôt que démonstration logique et mathématique, alors le physicien réaliste, l'ingénieur justifieront aisément leur position lorsque, par exemple, ils feront de la Règle des travaux virtuels un Principe primitif. Ils nous diront : « La Règle des travaux virtuels synthétise ce que nous savons sur les machines en équilibre (au frottement près). Nous l'érigeons en Principe, parce que l'application en est sûre et rapide, et aussi parce que la Statique de Lagrange a pu évoluer vers la Statique Générale, de J. Willard Gibbs [1]. Notre principe sera le fondement d'une théorie commode, féconde, capable d'admirables extensions et développements... »

La Science aime ce qui est ample, général, universel. Mais c'est toujours une question importante que de réduire au minimum le nombre des principes primitifs.

Ce triage, très difficile, n'est pas inspiré par une subtilité byzantine.

Il faut toujours tenter de faire le tri des principes primitifs, car on ne peut vraiment pas, délibérément, courir le risque d'introduire, dans une théorie, l'incohérence.

Je ne sais donc pas si la règle des travaux virtuels suivra nécessairement les mêmes évolutions que la règle du parallélogramme des forces, parce que la question est de plus grande envergure et de plus grande complexité.

Mais, en faisant une ébauche de discussion, sur ces deux cas simples, j'ai essayé de saisir, dans ses origines, la notion de démonstration scientifique, dans la Physique, dans la Mécanique.

Pratiquement, bien entendu, que nous importe, que l'on dise « principe » ou « théorème » !

Toute étude des Travaux virtuels peut être intéressante et utile, quelle que soit son inspiration intime.

Mais je m'occupe ici, moins de ce que *nous savons*, que de la *manière* dont nous le savons, des conditions et des limites de la connaissance scientifique.

On voit donc, à l'origine de la Mécanique, un choix de groupes de faits analysés, nettoyés, purifiés par l'abstraction, cette *sélection* étant accompagnée d'une *synthèse solidaire* qui crée les définitions et les principes.

On découvre un certain degré d'arbitraire dans le choix des faits jugés primordiaux, dans le choix des notions jugées primitives, dans le développement des idées, qui doit être toujours juste, logique, commode, efficace.

1. Voir la série d'articles de P. Duhem dans la *Revue générale des Sciences*, de janvier à mai 1903.

Et l'on pourrait, un peu superficiellement, distinguer deux genres : 1° La théorie du physicien réaliste, de l'ingénieur — les Principes étant posés par induction, après N expériences, sans un très grand souci de la forme et de l'ordre des inductions et déductions.

Cette méthode est un peu *courte*, et elle ne vaut que pour une science assez rudimentaire, toute proche des constatations du sens commun.— Elle a, d'ailleurs, une immense valeur pédagogique.

2° La théorie du physicien mathématicien, la démonstration « more geometrico » — où l'on se préoccupe de réduire les premiers Principes au strict minimum, où l'on incorpore les principes dans les *définitions*, où l'on obtient un enchaînement parfait des idées et des formules, où l'on obtient des théorèmes, comme dans la déduction mathématique.

Seulement, chaque conclusion sera suivie inévitablement, dans notre esprit, d'un *mais* ou d'un *si*... « Si le bloc des principes et définitions est *valable*, pour tel objet... »

Plus on perfectionne la forme, plus on soumet de problèmes à la critique. Par contre, en se rapprochant de l'analyse mathématique, on crée de larges possibilités de voies nouvelles, à travers le connu et vers l'inconnu.

Assurément, il y a les *si* et les *mais*; néanmoins, n'oublions pas la richesse inépuisable des formes mathématiques.

Ce sont, d'ailleurs, ces *si* et ces *mais* qui ont pu faire dire à d'éminents savants que la Physique mathématique *ne démontre pas*, qu'elle *classe méthodiquement* les faits dans les cadres préparés par les mathématiciens.

Assurément, le verbe « démontrer » peut avoir, dans la Philosophie, des sens très différents, ce qui rend souvent les discussions interminables.

Voulant rester ici sur un terrain solide, objectif, j'emploie le mot démontrer avec une signification qui pourrait être définie comme une moyenne des expressions suivantes :

« Rendre évident, ou indiscuté », tenir une « notion théorique en concordance parfaite avec la pratique », créer « une image ou un symbolisme unique, sans variantes possibles, tout autre symbolisme étant impraticable ».

Et en outre, « pouvoir dire tout cela, dans une langue impersonnelle », le contraire exactement du langage littéraire ou musical, qui est émotion pure !

La « démonstration » supposerait donc, me semble-t-il, *le contour des définitions* très nettement dessiné, des *définitions* et *principes* clairs, uniques, indispensables, exprimés sans aucune ambiguïté.

La démonstration parfaite serait une correspondance d'*un* état de faits dûment constatés avec *un* système de concepts, — toute évolution des états réels étant en accord *uniforme* et *réciproque* avec un déroulement correspondant (logique ou mathématique) d'un jeu de symboles. Et cette condition serait essentiellement exigée : Eclairement maximum des Principes, Postulats, Axiomes, c'est-à-dire de ces propositions en *nombre limité*, qui sont nécessaires et suffisantes pour une construction, logique ou mathématique, nettement stable.

Je poursuivrai mon enquête, mais, dès maintenant, je conclus : La Science théorique *montre*, plus qu'elle ne *démontre*.

Elle nous offre uniquement des *Schèmes* des phénomènes naturels, des classifications.

Cette classification rationnelle de la Physique, analytique dans sa forme, est *bonne* si elle peut grouper le nombre *maximum* de faits connus dans le nombre *minimum* de *définitions*, de *principes* bien ordonnés, de formules, et si la langue que l'on parle est, au degré maximum, *impersonnelle*, *exactement communicable* d'homme à homme.

Le savant a toujours l'espoir qu'en rassemblant, en concentrant, au maximum, le donné, le connu, le certain — il aura le maximum de chances de tenir *le bon instrument* de l'intelligence, *la bonne méthode* pour la découverte : Bien classer pour inventer !

Les mots sont toujours insuffisants pour traduire des idées fines : « *traduttore traditore* ». J'emploie volontiers le mot « classer » parce qu'il a, à mes yeux, un sens scientifique *positif*, tandis que les termes « démontrer », « expliquer » risquent d'introduire, frauduleusement, un parti pris philosophique et nécessiteraient donc d'interminables commentaires.

Mais, je ne veux nullement affirmer que la Physique mathématique dresse des catalogues, par ordre alphabétique, et se contente de coller des étiquettes numérotées...

« Classer rationnellement » signifie : établir la meilleure notation analytique des faits, — la meilleure ordonnance d'idées et de symboles, à propos des phénomènes connus. Et ce n'est point faire un inventaire banal.

(*A suivre.*) **R. d'Adhémar.**

P.-S. — Après la rédaction de cet article, j'ai pris connaissance du discours de M. Emile Picard, sur Pierre Duhem, lu à l'Académie des Sciences, le 12 décembre 1921 ; on y trouvera l'exposé le plus exact de ce que Duhem entendait par « classification des lois » (page 21).

Duhem, en métaphysicien, aboutit à l'idée de classification naturelle et d'ordre ontologique, mais à ce moment, il abandonne, à dessein, le terrain de la science positive. R. A.

BIBLIOGRAPHIE

ANALYSES ET INDEX

1° Sciences mathématiques

Poirée (J.), *Professeur à l'Ecole militaire du Génie de Versailles.* — **Précis d'Arithmétique.** — 1 *vol. in*-8° *raisin de* v-64 *p.* (*Prix* : 7 *fr.* 50), *Gauthier-Villars et Cie, éditeurs, Paris*, 1921.

Cet ouvrage est une sorte de condensation en 62 pages de toute l'arithmétique élémentaire ; il n'est pas fait pour ceux qui, complètement ignorants de la science des nombres, voudraient l'apprendre ; il ne contient pas un effet les règles pour effectuer les opérations dans le système décimal ; l'auteur suppose cela connu. Mais à celui qui sait déjà il fournit un moyen de savoir davantage, car il contient sous une forme extrêmement concise toutes les théories un peu moins élémentaires que les 4 règles renfermées dans les traités usuels. La numération est un chapitre d'une seule page, et des notions sur les opérations fondamentales forment le second chapitre de deux pages. Après ces deux chapitres, qui ne sont que des préliminaires, viennent successivement la divisibilité, le plus grand commun diviseur et le plus petit commun multiple, puis les nombres premiers, et la théorie de l'indicateur de Gauss. La théorie des fractions ordinaires et décimales qui vient ensuite tient peu de place, et cependant est claire. La théorie des proportions lui succède, avec des applications pratiques et des indications extrêmement courtes sur le système métrique. Viennent ensuite un chapitre sur la racine carrée, un autre sur les progressions.

Le dernier chapitre, le plus intéressant de tous, est intitulé : Introduction à la théorie des nombres. Il est plus développé que le reste de l'ouvrage. L'auteur commence par introduire la notation de Gauss sur les congruences, puis les restes obtenus en divisant par un même nombre les termes successifs d'une progression arithmétique. Cela le conduit à l'équation indéterminée du 1er degré à deux inconnues. Le théorème de Fermat et celui de Vilson sont démontrés ensuite, et l'auteur expose le début de la théorie des résidus quadratiques, puis les propriétés des congruences algébriques de module premier sur les résidus des puissances successives d'un nombre, les racines primitives et les indices.

La concision extrême de ce livre ne nuit pas à la clarté ; il se lit facilement.

J. Richard,
Professeur au Lycée de Châteauroux.

Maillard (Louis), *Professeur d'Astronomie à l'Université de Lausanne.* — **Cosmogonie et Gravitation** (Deux Mémoires). — *Une brochure in*-8° *de* 40 *pages, avec* 4 *figures* (*Prix* : 3 *fr.*). *Gauthier-Villars et Cie, Paris*, 1922.

Le premier des deux remarquables mémoires que l'auteur a réunis dans cette brochure est intitulé : *Mise au point des hypothèses cosmogoniques nébulaires.* Les résultats exposés ont déjà fait l'objet d'une importante communication au dernier Congrès international des Mathématiciens (Strasbourg, septembre 1920).

On sait que la nébuleuse de Laplace se composait d'un noyau attirant, entouré d'une atmosphère très subtile, l'ensemble tournant tout d'un bloc. En se refroidissant, cette atmosphère se contractait et abandonnait dans le plan de l'équateur une série d'anneaux successifs, d'où devaient naître les planètes. Celles-ci se seraient donc formées à l'extérieur de la nébuleuse, dans le vide, et le noyau central aurait agi sur les particules de matière en raison inverse du carré de la distance.

Avec Faye, M. Maillard suppose que la nébuleuse originelle est d'abord homogène ; l'attraction à l'intérieur est alors proportionnelle à la distance r au centre. Puis une condensation centrale se produit, elle formera le Soleil, et, à l'état final, l'attraction est réciproquement comme le carré de la distance. Pour la période intermédiaire, Faye admet que la loi de force est de la forme $ar + b/r^2$, accolant simplement les deux cas limites précédents ; a tendrait vers zéro avec le temps, alors que b croîtrait pour atteindre une limite fixe. C'est à l'intérieur même de la masse nébulaire que se seraient formés les anneaux d'où provinrent les planètes. La loi de Faye, ainsi composée, a une allure artificielle ; l'attraction est infinie à une distance infinie. Pour des valeurs données de a et b, les orbites ne sont plus elliptiques ; ce sont des spirales.

M. Maillard propose une loi beaucoup plus satisfaisante entre les cas limites précédents. Il part de l'hypothèse simple suivante : durant l'évolution mécanique du système, une particule libre décrit une spirale telle que, si la contraction due au refroidissement de la nébuleuse cessait brusquement, la trajectoire serait *une ellipse rapportée à un centre de force situé entre le centre de figure et le foyer.* Calculant la loi de force qui impose à une particule une telle trajectoire, l'auteur trouve :

$$(1) \qquad F = \frac{-\mu m r}{(\alpha^2 + \beta\sqrt{r^2 - \alpha^2})^3},$$

où α et β sont des paramètres lentement variables avec le temps. La force est nulle à une distance infinie. Mais une des particularités les plus remarquables de cette loi, c'est la discontinuité qu'elle présente lorsque r devient inférieur à α : la force est alors imaginaire. M. Maillard utilise ce fait pour montrer comment des anneaux *discontinus* ont pu se détacher de la masse pour donner naissance aux planètes. Avec la loi en $1/r^2$ employée par Laplace ou celle de Faye, qui n'offrent pas de telles discontinuités, la séparation d'anneaux distincts demeure incompréhensible ; il ne devrait exister, autour du Soleil, qu'un vaste anneau formé d'amas plus ou moins continus ; c'est le cas des planètes télescopiques qui serait la règle.

L'auteur montre ensuite comment des rotations de sens rétrograde ou de sens direct ont pu prendre naissance ; elles correspondent respectivement à deux

périodes (I, β petit ; II, α petit), entre lesquelles se place la formation des planètes télescopiques. Il explique également l'inclinaison de l'axe d'Uranus, etc.

Dans son second mémoire, intitulé : *Le mouvement quasi-newtonien et la Gravitation*, l'auteur examine la loi de force :

$$\Phi = \frac{-\mu m r}{(r \pm \Delta)^4}$$

à laquelle se ramène l'expression générale (1) lorsque α^2 est très petit (Δ^2 négligeable). Les constantes α et β sont calculées par comparaison avec la loi empirique de Newcomb, et Δ est déterminé de façon que Φ rende compte des résidus séculaires : 1° de l'accélération du moyen mouvement de la Lune ; 2° de l'avance δ du périhélie des planètes, de Mercure en particulier. Les résultats obtenus sont surprenants. M. Maillard montre que l'on trouve les avances δ pour les quatre planètes intérieures et pour Saturne, en posant $\Delta = \nu . 10^{-8}$, où la quantité ν prend des valeurs entières croissantes. Voici d'ailleurs les comparaisons numériques :

Planètes	ν	δ calculé	δ probable
1. Mercure	2	43″5	43″4
2. Vénus	4	17″4	17″
3. Terre	6	11″6	11″
4. Mars	12	8″2	8″
.....			
7. Saturne	96.60	40″	40″

Le procédé utilisé ici rappelle la « quantification » que les physiciens font subir aux ellipses képlériennes, décrites par des électrons, pour retrouver les séries spectrales. Dégagé de toute hypothèse physique, ce procédé consiste essentiellement à utiliser des formules relatives à des mouvements continus, mais comportant une variable à laquelle on donne des valeurs discrètes. Les concordances numériques ci-dessus montrent qu'il permet, en Astronomie, de tenir compte, d'une façon simple, de l'ensemble des actions perturbatrices.

Pour établir une liaison entre la gravitation et les phénomènes lumineux, l'auteur a l'heureuse idée de confronter la loi Φ avec les lois électrodynamiques données par divers auteurs : Riemann, Weber, Tisserand, Maurice Lévy. Il parvient ainsi à un potentiel commun à l'Electricité et à l'Astronomie, dont l'expression en valeur absolue est :

$$P = \frac{\mu m}{r}\left[1 + \frac{1}{c^2}(2v^2 - r'^2)\right].$$

c est la vitesse de la lumière ; v et r' sont les vitesses relatives de deux masses gravifiques ou de deux charges électriques. Il en résulte que la vitesse de propagation devient numériquement égale à celle de la lumière. Il existe une aberration gravifique de même grandeur que l'aberration lumineuse. Il n'y a plus d'incompatibilité entre les deux théories classiques de la lumière : émission et ondulation. Les grains d'énergie sont émis constamment dans tous les sens par les charges électriques. On peut s'attendre à ce qu'un rayon lumineux soit dévié en passant près d'une masse gravifique. C'est effectivement ce qui a lieu. Il suffit de poser $r' = c$ dans l'expression de P, qui devient alors $2\,\mu m/r$ en première approximation. Le potentiel est ainsi égal à deux fois le potentiel d'une particule attirée suivant la loi de Newton. La déviation sera donc le double de celle que permet de prévoir la théorie de l'émission. Ce résultat est exactement celui auquel Einstein a été conduit par la Relativité générale [1].

Établissant la comparaison entre le mouvement quasi-newtonien et la Relativité, M. Maillard montre que la troisième prévision d'Einstein — le déplacement des raies spectrales dans le champ solaire — peut être retrouvée également dans la Mécanique classique. Si l'effet en question existe, la Relativité en donne le maximum. La démonstration repose sur des postulats qui ne sont pas évidents. Il est intéressant de relever que les trois vérifications de la Relativité dépendent toutes du carré de l'aberration. Par contre, la formule d'Einstein, le célèbre ds^2, ne s'applique ni au calcul du moyen mouvement de la Lune, ni à celui de δ des planètes en général. Pour la Terre, par exemple, elle donne 4″, et pour Mars, 1″5 ; elle ne s'applique strictement qu'à Mercure, et, dans ce cas, M. Maillard trouve une valeur identique à celle d'Einstein. C'est que la loi de force d'Einstein se compose, en dernière analyse, de la loi de Newton et d'un terme complémentaire rigide, qui ne permet pas de tenir compte de l'ensemble des actions perturbatrices. Pour introduire ces actions, l'illustre physicien devrait, avec sa loi de force, aborder le problème des n corps ; la question n'est pas près d'être résolue. La formule de M. Maillard n'en prend que plus d'importance. Toute théorie de la gravitation devra, avec une certaine approximation, conduire à cette formule. Il faut féliciter l'auteur, qui, partant d'une hypothèse cosmogonique, est parvenu à ces très intéressants résultats.

EDOUARD GUILLAUME,
Docteur ès Sciences
(Berne).

2° Sciences physiques

Roussel (J.). — Le Livre de l'Amateur de T.S.F. — *1 vol. in-8° de* VI-304 *p. avec* 232 *fig.* (*Prix* : 15 *fr.*). *Librairie Vuibert, Paris*, 1921.

Comme l'indique M. Roussel dans la préface, ce volume, écrit par un amateur pour des amateurs, n'a qu'un seul but : initier le lecteur aux mystères de cette science vieille à peine de 30 ans que le public considère, bien à tort du reste, comme relevant du domaine de la sorcellerie.

Après un rapide historique, l'auteur rappelle les quelques notions fondamentales d'électricité indispensables pour bien comprendre le fonctionnement d'un poste récepteur ; puis il aborde la réception des signaux,

1. Il est à remarquer que pour $r' = v$ et $P = \frac{\mu m}{r}\left(1 - \frac{v^2}{c^2}\right)$, rien n'empêche de poser $\mu_0 = \mu\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}$ et $m_0 = m\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}$, ce qui conduit à la masse lorentzienne et au potentiel $P_0 = \frac{\mu_0 m_0}{r}$, qui reprend la forme classique.

dans laquelle il guide le lecteur pas à pas, depuis les postes en « direct » jusqu'aux postes syntonisés les plus complexes.

Etudiant ensuite, au point de vue pratique, les amplificateurs, il décrit, à côté de divers dispositifs mécaniques ou acoustiques, les précieuses lampes à 3 électrodes, les « loupiotes » en argot de métier, qui ont fait progresser la T.S.F. à pas de géant pendant la guerre et permettront à l'amateur d'accroître son champ d'action en revevant des postes de plus en plus lointains.

Le lecteur ambitieux, que ne satisfait plus la simple lecture au son, voudra réaliser les excellents enregistrements obtenus par l'auteur et reproduits dans cet ouvrage où il trouvera tous les renseignements nécessaires.

« Chacun s'arrêtera à l'étape qui lui plaira, choisissant selon ses goûts, ses désirs et ses possibilités d'exécution. »

Mais que servirait de recevoir des émissions lointaines, si l'on ne pouvait les identifier et interpréter les différents groupements de chiffres qui constituent les Bulletins Météorologiques ? Toute une partie de cet ouvrage est donc consacrée à la lecture des « Radios », signaux horaires, indicatifs de postes et météos.

Un autre chapitre traite des matériaux à utiliser et de l'outillage nécessaire, outillage qui, tout en étant réduit au strict minimum, a permis à l'auteur de construire lui-même tous les appareils qu'il décrit. Puissent ces indications donner au lecteur le goût du travail manuel, trop dédaigné en France !

L'amateur « ami du chiffre » trouvera une partie de calculs qui lui évitera de fastidieux tâtonnements et lui permettra, grâce à la formule et aux tables de Nagaoka, de calculer les bobines de self-induction qui lui seront nécessaires, tandis que les tableaux empruntés à Zenneck lui donneront les valeurs de L et de C à adopter pour s'accorder sur telle longueur d'onde qui lui plaira.

Enfin, pour les « curieux d'exactitude », l'auteur se devait d'indiquer des méthodes de mesure élémentaires permettant de vérifier les calculs. Toutefois, il est regrettable que dans ce chapitre, trop court à notre gré, il n'ait pas été fait mention de la méthode si simple et précise à la fois du pont à téléphone, ou pont de Sauty, pour la mesure des condensateurs.

Un aperçu du statut légal de la T.S.F. des amateurs en France et quelques descriptions des appareils de divers constructeurs terminent d'une façon instructive cet ouvrage qui intéressera vivement les futurs « sans-filistes ».

J. S.

Urbain (G.), *Membre de l'Institut, Professeur à la Sorbonne.* — **Les disciplines d'une science : la Chimie.** — 1 *vol. in*-16 *de* 325 *pages de* l'Encyclopédie scientifique du Dr Toulouse (*Prix broché*, 10 *fr.*; *cart.*: 12 fr.). *G. Doin, éditeur, Paris*, 1922.

Sous ce titre, un peu imprévu, l'un des maîtres les plus éminents de la Sorbonne et de l'Institut vient de publier un ouvrage qui a sa place marquée dans la bibliothèque de tous les chimistes.

Après une assez longue introduction, plutôt philosophique que scientifique, M. Urbain nous donne un petit traité de Chimie générale en trois parties : les classifications, les invariants, les symboles.

1° *Les classifications.*

C'est d'abord un historique abrégé, mais très clair, de la théorie atomique, où, notamment, l'influence des travaux de Dalton et de Berzélius est bien mise au point. Certains trouveront peut-être que le rôle de Mitscherlich et celui de Dulong et Petit sont traités un peu cavalièrement, eu égard aux services rendus.

Puis l'auteur aborde la classification des éléments en rendant justice à notre J.-B. Dumas, qui fut le grand précurseur.

Ses critiques de la classification de Mendeleef paraîtront peut-être sévères en raison de ses beaux triomphes du premier âge et surtout de la façon élégante dont cette classification a pu accueillir soit les gaz inertes, soit les isotopes de Soddy. Sans doute, il y a les métaux des terres rares et puis les trois triades du fer, du ruthénium et de l'osmium, séries dans lesquelles l'analogie existe entre éléments de poids atomiques très voisins, ce qui est absolument contraire à la conception primitive de Mendeleef.

L'accord ne pourrait-il se faire en considérant ces séries comme formées d'éléments qui seraient des « pseudo-isotopes » ? Il est vrai que la notion du « numéro atomique » y perdrait sa valeur, mais serait-ce bien à regretter ?

Puis vient une critique très originale de l'isomorphisme, loi fausse en somme sous la forme que lui avait donnée Mitscherlich, et qui ne saurait plus correspondre qu'à l'énoncé des liens de parenté plus ou moins étroits et dont la coexistence n'est pas nécessaire. C'est assurément un progrès de substituer à l'ancienne loi une relation basée sur les coefficients moléculaires thermo-élastiques des combinaisons (homéomérie). « Si ces coefficients sont égaux deux à deux, l'analogie de composition chimique s'ensuit. » Toute cette fin de chapitre est à lire, et laisse une impression profonde.

2° *Les invariants.*

Dans le premier chapitre de cette seconde partie, l'auteur pose les deux grands principes thermodynamiques — sous une forme peut-être trop abstraite pour le principe de Carnot et qui laisse trop voilée, pour un ouvrage élémentaire, sa signification de loi de dégradation; — il insiste d'ailleurs sur le peu d'utilité pratique de l'énoncé de Carnot, et termine en mentionnant seulement les efforts de Nernst. Je m'attendais à une discussion plus approfondie des idées du grand thermodynamiste de Berlin ; elle fût sortie lumineuse de la plume de M. Urbain. Espérons qu'il nous la donnera quelque jour.

Le chapitre II oppose les deux domaines et les deux doctrines que l'auteur distingue en Chimie — opposition peut-être un peu trop absolue — : d'une part la Chimie organique et celle des éléments à faible électro-affinité, que domine la contrainte chimique, et d'autre part le domaine de la mobilité, « où seules les doctrines énergétiques règnent souverainement ». Si la Chimie organique est la chimie des composés du carbone, elle com-

prend bien des réactions où la contrainte chimique n'apparaît pas.

Il revient ensuite, dans le chapitre III, sur les grandes lois physico-chimiques et sur les lois de Proust et de Richter. Il termine en paraissant regretter que tout soit remis en question par la Radiochimie naissante. Ces regrets sont-ils bien de saison?

La Physique a ses lois, la Chimie a les siennes, la Physique et la Chimie ont des lois communes et des lois contraires. Pourquoi regretter qu'une science nouvelle, absolument différente par son objet de ses deux aînées, ait aussi ses lois à elle, très éloignées des précédentes, peut-être contraires? La vérité est relative. Pour le physicien la molécule ne se coupe pas; pour le chimiste c'est l'atome qui est insécable; pour le radiochimiste c'est l'électron qui est la poussière d'atome. Peut être un jour des phénomènes, encore absolument inconnus de nous aujourd'hui, nous montreront-ils de la poussière d'électrons.

En une page (246), M. Urbain rend justice aux efforts de Berthelot en vue de prévoir le sens des modifications chimiques non réversibles. — Ne s'est-il jamais demandé pourquoi la règle de Berthelot « trompe si rarement » ?

3° *Les symboles.*

Cette troisième et dernière partie est peut-être celle que l'on aimera le moins à lire et à relire.

Non pas certes que l'auteur ne nous montre, avec sa grande lucidité habituelle, comment nos notations symbolisent les lois générales; non pas qu'il ne s'y rencontre encore quelques belles pages sur la systématique des combinaisons organiques et aussi sur les relations entre les propriétés physiques et la constitution de ces composés. Mais ce sont là des notions pour la plupart trop familières pour que nous retirions de la lecture de ces chapitres de grands avantages. En outre, la systématique des « complexes minéraux parfaits » ne se rattache, semble-t-il, que péniblement à tout ce qui précède.

En résumé il s'agit d'un livre qui fera époque. Fortement pensé, clair, élégamment écrit, il laisse dans l'esprit une impression durable par les vues profondes que l'on rencontre presque à chaque page. Il fait honneur à notre école de chimie française.

R. de Forcrand,
Correspondant de l'Institut.

3° Sciences naturelles

Galippe (le Docteur V.) et **Souffland** (Mme G.). — **Biologie générale. La vie de la matière.** Recherches expérimentales. — 1 *vol. in-8° de* 113 *p.* (*Prix* : 10 *fr.*). *Maloine et fils, éditeurs, Paris*, 1921.

Les recherches sur la vie de la matière poursuivies par le docteur Galippe et Me Souffland ont conduit ces biologistes à des résultats surprenants. Les fossiles de tous âges, les météorites les plus variées, les minerais de toutes espèces, la turquoise, l'opale, l'agate, le quartz, l'onyx, le marbre, l'obsidienne, le pechstein, le basalte, le granit, les cendres et les laves du Mt Pelée recéleraient encore des organites pouvant être cultivés sur un milieu nutritif approprié et devenant alors capables de se multiplier, malgré les hautes températures (200 à 340°) auxquelles les expérimentateurs les avaient préalablement soumis.

Pour M. Galippe et Me Souffland des microorganismes inclus dans le granit, par exemple, se seraient minéralisés, en prenant la constitution chimique de ces roches et auraient ainsi pu supporter sans altération l'action du métamorphisme. Déminéralisés par de l'acide chlorhydrique ou de la lessive de soude, gorgés d'eau et de matière organique, ces fossiles « irréductibles » reviendraient à la vie et seraient de nouveau susceptibles d'évoluer. Commencées sur l'ambre, les recherches des auteurs ont continué sur des organismes fossiles dans les conditions les plus diverses et auraient toujours été couronnées de succès. S'avançant de plus en plus dans le domaine de l'invraisemblable, M. Galippe et Me Souffland se sont adressés aux météorites, aux minerais, aux roches et seraient arrivés constamment aux mêmes résultats.

L. Joleaud.

Molliard (M.), *Doyen de la Faculté des Sciences de l'Université de Paris.* — **Nutrition de la plante. I. Echanges d'eau et de substances minérales. — II. Formation des substances ternaires.** — 2 *vol. in-16 de* 400 *p. et* 450 *p. avec* 46 *et* 88 *fig. de l'*Encyclopédie scientifique (*Prix* : *brochés*, 10 *et* 12 *fr.* ; *cart.*, 12 *et* 14 *fr.*). *G. Doin, éditeur, Paris*, 1921.

Les deux volumes que M. Molliard vient de faire paraître constituent le début d'une collection qui doit grouper l'étude des grands problèmes de Physiologie végétale dans son sens le plus large. Pour entreprendre un travail de cette envergure, l'auteur se trouve dans des conditions particulièrement favorables : professeur de Physiologie végétale à la Sorbonne, il lui est possible d'envisager successivement dans son enseignement les différentes questions de son programme et il est heureux qu'il ait songé à faire bénéficier les travailleurs des documents et travaux qu'il analyse.

Dans un premier volume, l'auteur étudie les échanges d'eau et de substances minérales qui se produisent entre la plante et le milieu extérieur. Après avoir établi la constitution des végétaux et avoir exposé les diverses méthodes qui ont permis de mettre en évidence cette constitution, le rôle physiologique de chacun des éléments est passé en revue.

Notons les observations relatives à la toxicité et à ce que, avec Loeb, il désigne sous le nom d'antitoxicité. Cette notion repose sur le fait suivant : si l'on mélange deux solutions A et B, également toxiques quand elles agissent séparément sur un végétal, comment vont-elles se comporter dans le mélange? Est-ce que l'action toxique sera la somme de l'action de chacun des éléments, ou bien est-ce qu'il y aura augmentation ou diminution du fait du mélange. On voit que, dans la grande majorité des cas, la toxicité est diminuée du fait du mélange : l'effet antitoxique correspond à cette diminution et est longuement examiné sur des exemples choisis avec soin. Cette conception est importante et peut amener à des conclusions intéressantes sur la toxicité de certaines solutions, vis-à-vis des champignons particulièrement (action du sulfate de cuivre sur la germination des spores).

Les échanges d'eau dans la plante sont longuement envisagés et permettent à l'auteur de mettre en évidence les phénomènes osmotiques au travers des membranes perméables et semi-perméables ainsi que dans le cytoplasme même de la cellule. Ces questions, primordiales pour la conception de la vie de la plante, amènent à l'étude de l'absorption radiculaire et à celle de la circulation de l'eau dans l'intérieur du végétal. Les phénomènes de transpiration, de sudation et d'excrétion de l'eau sous des formes diverses sont la conséquence de cette absorption.

Dans un second volume, l'auteur étudie la formation des substances ternaires chez les végétaux. Ces substances jouent un rôle considérable : elles correspondent à ce qu'on a appelé pendant longtemps les hydrocarbonés ou hydrates de carbone ; ce sont les sucres tels que le glucose ou sucre d'amidon, le lévulose ou sucre des fruits, le saccharose ou sucre de la betterave et de la canne ; mais ce sont aussi les acides gras tels que l'acide acétique, l'acide lactique, les phénols. L'auteur limite son sujet en désignant sous le nom d'*alcools polyatomiques* les sucres qui possèdent plusieurs fonctions alcool primaire (— CH^2OH) et secondaire (— CHOH —). Les *monosaccharides* ou sucres réducteurs chez lequels intervient l'une des deux fonctions aldéhyde (— COH) ou acétone (— CO —) constituent les aldoses ou cétoses. Enfin, les *polysaccharides* ou sucres hydrolysables résultent de la condensation des précédents et présentant la fonction éther oxyde R — O — R', R et R' désignant des restes des monosaccharides.

Chacun de ces groupes est envisagé successivement pour amener à la formation des hydrates de carbone en établissant une distinction, dans l'ensemble du règne végétal, entre les plantes vertes chez lesquelles la fonction chlorophyllienne assure la matière organique à partir de substances empruntées au règne minéral, leur nutrition ne dépendant pas d'un autre organisme vivant, — ce sont les *autotrophes*, — et les végétaux qui, comme les animaux, dépendent plus ou moins directement des plantes vertes pour trouver leur nutrition carbonée, — ce sont les *hétérotrophes* (champignons, bactéries et quelques rares plantes vasculaires).

La formation des réserves sucrées est envisagée ensuite, ces réserves s'accumulant soit dans les tissus, soit dans des organes spéciaux, tubercules ou fruits, ainsi que la formation des substances neutres ou faiblement acides, rangées sous la désignation de glucosides, tannins, acides organiques, corps gras, cire, essences, résines et latex.

Dans un dernier chapitre, la nutrition carbonée des végétaux hétérotrophes ou dépourvus de chlorophylle est longuement étudiée. Puis l'auteur résume les recherches qu'il a lui-même effectuées sur la nutrition carbonée organique des plantes vertes réalisant, en culture aseptique, le développement des végétaux.

Ajoutons que chacun de ces volumes est accompagné d'une riche documentation bibliographique qui permet aux travailleurs de remonter aux mémoires originaux signalés dans le texte.

Ces ouvrages viennent combler une lacune dans notre littérature scientifique ; ils sont appelés à rendre de grands services et ne manqueront pas d'être appréciés.

G. Fron,
Professeur à l'Institut National Agronomique.

Langeron (Dr M.), *chef de laboratoire à la Faculté de Médecine de Paris, chef des travaux de Parasitologie à l'Institut de Médecine coloniale.* — **Précis de Microscopie** (technique, expérimentation, diagnostic). *Troisième édition entièrement refondue.* — 1 *vol. in-12 de* xv-916 *pages avec* 293 *fig.* (*Prix : broché,* 30 *fr.; cartonné,* 34 *fr.*). *Masson et Cie, éditeurs, Paris,* 1921.

Le *Précis de Microscopie* de M. le Dr Langeron atteint sa troisième édition. Le succès de ce livre s'explique, parce qu'il n'en existe aucun, en France ou même à l'étranger, qui, sans rien sacrifier de la précision des renseignements techniques, s'applique également à toutes les sciences qui emploient le microscope, et qui ait sa place sur la table de travail à la fois du médecin et du vétérinaire, de l'histologiste et de l'anatomo-pathologiste, du parasitologue et du bactériologiste. Cependant, en raison de son ubiquité même, cet ouvrage ne doit pas être pris pour un précis de technique histologique. « Il ne peut être question ici de donner un aperçu, même sommaire, de la technique histologique... Je ne me place donc pas ici au point de vue de l'histologiste, mais à celui du chercheur, du naturaliste et du médecin, qui observe et expérimente et qui veut pouvoir lire facilement les coupes exécutées dans les organes d'animaux en expérience. Les histologistes choisissent leur matériel, en s'attachant aux types chez lesquels tel ou tel tissu est plus facile à voir. L'expérimentateur est forcé de tirer parti d'un animal quelconque... ; il doit donc se contenter de méthodes histologiques générales... »

Ceux qui se sont rendu compte du soin avec lequel ce livre a été écrit, de la compétence avec laquelle les conseils y sont donnés, regretteront que M. Langeron, au risque d'augmenter encore l'épaisseur de son précis, n'ait pas pu, à l'usage tout au moins des histologistes débutants, faire pour l'histologie ce qu'il a fait pour la parasitologie, c'est-à-dire indiquer quel est l'animal de choix pour l'étude histologique d'un organe ou d'un tissu donné, et quelle est la technique totale à suivre pour parvenir à l'obtention d'une préparation microscopique montrant cet organe ou ce tissu. Avec l'éclectisme éclairé que lui vaut son expérience personnelle, il eût fait choix de quelques objets particulièrement favorables, de quelques techniques d'exécution plus sûre ; il eût assuré à son ouvrage une plus parfaite symétrie, en donnant à la partie plus particulièrement histologique des proportions même réduites par rapport à l'ensemble ; il l'eût rendu presque aussi utilisable pour l'histologiste que pour le parasitologue ; il eût ainsi complètement justifié son titre très général de « *Précis de Microscopie* ». Le regret exprimé ici est celui d'un histologiste, qui aurait voulu que les histologistes eux aussi trouvent dans cet excellent livre un manuel de technique qui leur suffit complètement. Peut-être, eût-on pu faire l'économie du nombre de pages

suffisant pour remplir le programme agrandi que je signale, en allégeant la partie théorique de la première partie, en élaguant la deuxième partie et en en retranchant des techniques ou même de simples préparations de réactifs, qui ne diffèrent les unes des autres que par des détails souvent insignifiants.

Dans son introduction, M. Langeron se réjouit que tout le matériel, tous les réactifs nécessaires à la microscopie, sont actuellement fabriqués en France de façon satisfaisante pour ne pas dire irréprochable. « En ce qui concerne les matières colorantes employées en microscopie, nous pouvons nous considérer comme affranchis de la fabrication allemande. » Chacun voudrait pouvoir s'en réjouir avec M. Langeron, dont l'optimisme ne correspond pas toujours malheureusement à la réalité. Non seulement nombre de matières colorantes journellement employées par l'histologie ne sont pas fabriquées en France, mais encore et surtout certaines couleurs de fabrication française ne sont pas utilisables et ne donnent pas les résultats qu'on en attend ; c'est ce qui résulte d'une expérience pratiquée sur une large échelle et par conséquent tout à fait probante. Il n'est pas douteux que de grands efforts ont été faits pour fabriquer en France ce dont l'étranger avait jusqu'alors le monopole ; mais il ne l'est pas moins qu'il y a encore de sérieux progrès à faire dans ce sens.

Dans cette même introduction, M. Langeron donne les raisons pour lesquelles il a proscrit de son langage les termes étrangers et germaniques, tels que Mastzellen, Plasmazellen, qu'il est si facile de remplacer par ceux de labrocytes, plasmocytes créés au moyen de racines gréco-latines. A défaut de termes espérantistes, ceux-ci, qui n'ont de français que la désinence, et qui par leur étymologie ont la valeur et l'utilité de dénominations internationales, satisferont tout le monde. Malheureusement les expressions telles que Plasmazellen, Mastzellen et d'autres sont déjà tellement consacrées par l'usage mondial, qu'il apparaît comme très difficile de s'en affranchir, si les concepts auxquels ces dénominations correspondent persistent eux-mêmes.

Puisse, espère M. Langeron, à la fin de son Introduction, ce livre faciliter la tâche des biologistes, en leur faisant connaître les procédés les plus simples et les plus sûrs de la technique moderne ! Une quatrième édition répondra certainement à cette espérance. Car il n'est pas, pour le répéter encore, d'ouvrage de technique micrographique qui donne aux besoins des chercheurs autant satisfaction que celui-ci.

A. Prenant,
Professeur à la Faculté de Médecine de l'Université de Paris.

4° Sciences diverses

Blondel (Georges). — **La Rhénanie. Son passé, son avenir.** — 1 *vol. in*-16 *de* 260 *p.* (*Prix* : 7 *fr.*). *Plon-Nourrit et Cie, éditeurs, Paris*, 1921.

Sans être un livre de géographie à proprement parler, cet ouvrage de M. G. Blondel s'y rattache néanmoins en ce sens qu'il nous montre l'influence souvent considérable qu'offre la configuration physique des pays sur la vie des peuples, sur leurs relations politiques et économiques, et sur les raisons naturelles justifiant leur répartition sur le sol même. L'auteur nous retrace en effet la haute importance qu'a offerte de tout temps le Rhin vis-à-vis des populations que le fleuve séparait. La question du Rhin s'est posée dans l'antiquité, au moyen âge et dans les temps modernes. Comme le fait remarquer M. G. Blondel, « le Rhin est la limite naturelle qui sépare l'Europe occidentale de l'Europe centrale, de cette *Mittel Europa* où les Allemands voulaient être les maîtres ». Mais, si la rive gauche du grand fleuve a été fortement germanisée, il n'en est pas moins vrai que la Rhénanie est une région à part, dont les habitants ont leur physionomie particulière, et l'on ne peut s'empêcher de reconnaître que leur mentalité se rapproche plus de la nôtre que de celle de la Prusse. Aussi y a-t-il lieu de rechercher aujourd'hui, après tous les événements qui se sont écoulés, quelle est la meilleure politique à suivre pour tout ce qui touche à la Rhénanie. C'est sur cette grave question que l'ouvrage de M. G. Blondel nous fournit les plus sûres informations. Ayant fait de nombreux voyages en Allemagne et en particulier dans la Rhénanie, ayant étudié depuis longtemps toutes les questions concernant l'Allemagne et ayant été chargé pendant la guerre de services spéciaux s'y rapportant, il peut compter parmi les plus documentés pour en parler.

Après avoir rappelé tous les conflits que la question rhénane a soulevés à travers les âges, M. G. Blondel nous montre comment elle se présente aujourd'hui, et ce qu'est le mouvement séparatiste actuel. Après de longs exposés très documentés, basés sur des enquêtes faites sur place, il en arrive à poser d'intéressantes conclusions où il met en relief toute la tâche que nous avons à remplir. En somme, si l'on ne peut songer à rattacher à l'ancienne terre gauloise des populations qui ne sont pourtant qu'à demi-allemandes, il faut s'efforcer de créer entre la France et la Rhénanie des rapports favorables et faire de celle-ci un rempart contre des incursions toujours menaçantes. Diverses questions se rapportant aux solutions à donner au problème sont examinées dans un appendice.

G. Regelsperger.

ACADÉMIES ET SOCIÉTÉS SAVANTES
DE LA FRANCE ET DE L'ÉTRANGER

ACADÉMIE DES SCIENCES DE PARIS

Séance du 27 Mars 1922

M. le Président annonce le décès de M. **L. Ranvier**, membre de la Section d'Anatomie et de Zoologie. M. **Henneguy** donne lecture d'une notice sur sa vie et son œuvre.

1° Sciences mathématiques. — M. **E. Goursat** : *Sur une théorie classique de Cauchy.* — M. **P. Montel** : *Sur un théorème d'Algèbre.* — M. **G. Giraud** : *Sur les équations non linéaires aux dérivées partielles du second ordre du type elliptique.* — M. **P. Lévy** : *Sur le rôle de la loi de Gauss dans la théorie des erreurs.* — M. **E. Cartan** : *Sur les espaces conformes généralisés et l'Univers optique.* L'auteur appelle *Univers optique d'Einstein* l'espace conforme généralisé normal défini en annulant le ds^2 de l'Univers d'Einstein. C'est conformément aux propriétés géométriques de cet Univers optique que se fait la propagation de la lumière. Dans toute région vide de matière, la courbure de l'Univers matériel d'Einstein est de la même nature géométrique que la courbure de rotation d'un espace conforme généralisé normal. — M. **A. Planiol** : *Etude des pertes par frottements dans les moteurs à combustion interne.* Les procédés mis en œuvre ont été les suivants : 1° mesure du rendement organique à l'indicateur et au frein de Prony ; 2° entraînement du moteur, tournant à vide, par différentes machines électriques étalonnées ; 3° mesure directe des résistances passives par la méthode cinétique de M. Witz. L'ensemble des résultats montre que le couple résistant de frottement du moteur expérimental exprimé en kilogrammètres peut être mis sous la forme : $C_f = a + b$ H. Il montre également qu'on peut calculer le rendement organique des moteurs à combustion sans avoir directement recours à l'indicateur. — M. **H. Roussilhe** : *Sur les applications de la photographie aérienne et de l'appareil de photorestitution.* L'auteur a expérimenté en 1919-20 sa méthode par laquelle il transforme les clichés pris en avion en carte précise. Les plans cadastraux obtenus coïncident, à 0,1 mm. près, avec les plans dressés par les méthodes ordinaires de la topométrie. — M. **Ch. Lallemand** : *Sur le salaire parabolique.* L'auteur a établi une formule de salaire qui assure automatiquement à l'ouvrier une sorte de participation dans les bénéfices de l'entreprise. Elle peut être appliquée au moyen d'un abaque hexagonal. Cette formule a donné d'excellents résultats en l'appliquant au travail des équipes du Service du nivellement général de la France.

2° Sciences physiques. — M. **H. Chaumat** : *Sur un nouveau wattmètre.* Le nouvel appareil présente les avantages suivants : 1° coefficient d'induction mutuelle des deux circuits nul à toutes charges (pas de correction en courant alternatif) ; 2° proportionnalité rigoureuse ; 3° l'intervention de l'opérateur se borne à faire tourner des pièces massives bien centrées ; 4° l'emploi de l'instrument peut s'admettre jusqu'à des angles de près de 360°. — M. **O. Liévin** : *Etude cinétique des solutions alcalines d'iode.* En milieu alcalin, l'iode se transforme en iodate par des mécanismes bien différents selon le degré d'alcalinité. L'alcali, l'eau, l'iodure influent sur la réaction, tantôt pour l'accélérer, tantôt pour la retarder et l'on peut constituer des milieux dont l'évolution est indépendante de ces facteurs en mélangeant convenablement des bases fortes et des bases faibles. — M. **E. Toporescu** : *Sur la préparation du bicarbonate de sodium.* L'auteur a déterminé les conditions d'équilibre à 15° de chacun des quatre sels qui participent à la réaction avec leurs solutions saturées. Il a établi un diagramme qui permet de se rendre compte immédiatement des solutions qui peuvent par évaporation laisser précipiter du bicarbonate de sodium pur. — M. **H. Le Chatelier** : *Sur la fabrication de la soude à l'ammoniaque.* L'auteur déduit des expériences précédentes de M. Toporescu le rendement théorique de la fabrication de la soude à l'ammoniaque, c'est-à-dire la proportion de NaCl transformable en $NaHCO^3$. Il est égal à 0,345. Il applique ces données aux cas de la pratique. — M. **Alph. Mailhe** : *Sur la décomposition catalytique de l'acide oléique.* La décomposition catalytique de l'acide oléique sur cuivre-alumine conduit à des gaz riches et à des produits hydrocarbonés liquides que l'hydrogénation sur nickel transforme en un mélange de carbures aliphatiques et de carbures cycliques parmi lesquels se trouvent le benzène, le toluène et le *m*-xylène. — M. **A. Schoep** : *Sur la stasite, un minéral nouveau, dimorphe de la dewindtite.* Ce minéral a été trouvé sur la chalcolite de Kasolo (Congo belge) en petits prismes aplatis d'un beau jaune d'or. Il possède la même formule que la dewindtite : $4PbO.\ 8UO^3.\ 3P^2O^5.\ 12H^2O$, mais en diffère par la densité, la couleur et la forme des cristaux.

3° Sciences naturelles. — M. **L. Blaringhem** : *Hérédité anormale de la couleur des embryons d'une variété de Pois* (Pisum sativum *L.*) Certaines lignées de *Pisum sativum* présentent comme les *Hordeum*, les Lins, des irrégularités frappantes dans la transmission des caractères discontinus. Il faut faire un triage sévère des lignées pour vérifier rigoureusement les lois de Mendel ; elles seules constituent les véritables *variétés régressives* utilisables comme réactifs pour l'analyse mendélienne de la descendance. — M. **H. Ricome** : *Sur l'élongation des racines.* Il suffit de gêner la multiplication cellulaire en détruisant les cellules les plus actives de l'axe de la racine pour constater que l'effet de la pesanteur sur l'élongation est le même que dans la tige et non inverse comme on le croyait. — M. **M. Molliard** : *Sur une nouvelle fermentation acide produite par le* Sterigmatocystis nigra. Quand on diminue notablement l'azote et les sels minéraux fournis au champignon, celui-ci fabrique de l'acide glucosique aux dépens du sucre, soit à l'état pur, soit en quantité prédominante par rapport à l'acide citrique. Si l'on ne diminue que

la dose de la substance azotée, c'est l'acide citrique qui devient prédominant. Quand on réduit le phosphore, il se forme les acides citrique et oxalique; quand on réduit le potassium, il s'accumule de l'acide oxalique. — M. **J. Pellegrin** : *Sur un nouveau poisson aveugle des eaux douces de l'Afrique occidentale.* Ce poisson, pêché dans un petit ruisseau se jetant dans un marigot aux environs de Monrovia, constitue un genre nouveau de la famille des Synbranchidés, auquel l'auteur donne le nom de *Typhlosynbranchus.* La cécité de ce poisson vient sans doute du fait qu'il vit dans la vase. — M. **A. Lécaillon** : *Sur les caractères d'un hybride mâle provenant de l'union d'un canard pilet mâle* (Dafila acuta *L.*) *et d'un canard sauvage femelle* (Anas Boschas *L.*). Cet hybride ressemble davantage, par certains caractères, soit à l'un, soit à l'autre des mâles des deux espèces desquelles il dérive. Mais on doit noter qu'à d'autres points de vue il est plus ou moins intermédiaire entre ces deux animaux. — M. **J. Mawas** : *Sur le tissu lymphoïde de l'intestin moyen des Myxinoïdes et sur sa signification morphologique.* L'auteur a trouvé chez les Myxinoïdes un réseau hémo-lymphatique intra-intestinal qu'il homologue à une rate interstitielle, diffuse dans la paroi intestinale. Ce serait la forme la plus simple et la disposition la plus primitive de cet organe. — M. **G. Bourguignon** : *Traitement de la contracture par l'excitation électrique des muscles non contracturés.* L'excitation électrique, bien localisée, des muscles non contracturés, à chronaxie normale ou augmentée, constitue un excellent traitement de la contracture d'origine centrale des lésions du faisceau pyramidal. C'est le traitement de choix, sinon le seul efficace, de la contracture secondaire à la paralysie faciale périphérique. Les résultats de ces traitements s'accusent non seulement cliniquement, mais aussi par la tendance au retour à l'équilibre normal des chronaxies. — M. **Ch. Richet**, Mlle **E. Bachrach** et M. **H. Cardot** : *Etudes sur la fermentation lactique. Le souvenir chez les microbes.* Les expériences des auteurs sur le ferment lactique montrent que, lorsque deux cultures de microbes, de même espèce, ont vécu, même très peu de temps, dans des milieux très peu différents, elles sont différentes l'une de l'autre. — M. **P. Cristol** : *Zinc et cancer.* La teneur élevée en zinc des tissus cancéreux est fonction de la prolifération et de l'activité cellulaire et nucléaire. — MM. **C. Levaditi** et **A. Navarro Martin** : *Action préventive et curative dans la syphilis du dérivé acétylé de l'acide oxyaminophénylarsinique* (*sel de soude*). Ce dérivé est un médicament qui, administré par la bouche, prévient la syphilis et provoque la cicatrisation rapide des manifestations syphilitiques, tant chez l'animal que chez l'homme. Il est encore trop tôt pour savoir si ce mode de traitement amène une guérison définitive de la maladie.

Séance du 3 Avril 1922

M. le Président annonce le décès de M. **Ph. A. Guye**, Correspondant pour la Section de Chimie. M. **A. Haller** donne lecture d'une notice sur sa vie et ses travaux. — M. **R. Baire** est élu Correspondant pour la Section de Géométrie.

1° Sciences mathématiques. — M. **N. E. Norlund** : *Sur la formule d'interpolation de Stirling.* — M. **B. Gambier** : *Surfaces isothermiques à représentation sphérique isotherme.* — M. **J. Le Roux** : *La courbure de l'espace.* Nous ne pouvons arriver à la notion de courbure des surfaces que par la considération simultanée de deux formes quadratiques et l'attribution à l'une d'elles d'un sens physique déterminé. Si nous considérons une seule forme, comme dans la théorie de la relativité, nous pourrons encore calculer des invariants qui auront une signification analytique, mais nous n'aurons pas le droit de faire correspondre à ces invariants une propriété de l'espace. — M. **Stan. Millot** : *Sur une balance à calcul.* L'auteur montre comment on peut généraliser l'emploi de la balance à calcul en lui donnant la forme d'un plateau oscillant sur lequel sont placées diverses combinaisons d'échelles, variables selon les problèmes à résoudre. — M. **G. Rémoundos** : *Sur les déformations planes et le problème de la poussée des terres.* L'auteur indique une méthode par laquelle, moyennant une transformation bien connue, il ramène le problème de la poussée des terres à des équations du second ordre et linéaires. — M. **Frontard** : *Loi de la hauteur dangereuse des talus argileux.* Etant donnée une matière cohérente, de frottement interne nul, il est impossible d'en constituer un massif à talus rectiligne de hauteur supérieure à une limite déterminée, si faible que soit l'inclinaison du dit talus. — M. **M. Hamy** : *Sur la détermination du diamètre des étoiles par la méthode interférentielle.* — M. **A. Perot** : *Mesure de la pression dans l'atmosphère du Soleil.* L'auteur a appliqué sa méthode de mesure de la pression dans les masses gazeuses à l'atmosphère du Soleil. Il a trouvé une valeur voisine de 35 cm. de mercure, qui se rapproche des nombres trouvés par Salet. — M. **J. Mascart** : *Observations de l'éclipse partielle de Soleil du 28 mars 1922 faites à l'Observatoire de Lyon.* — M. **E. Esclangon** : *Observation de l'éclipse de Soleil du 28 mars 1922 à l'Observatoire de Strasbourg.* — M. **Th. Moreux** : *Observations de l'éclipse de Soleil du 28 mars 1922.*

2° Sciences physiques. — M. **Maur. de Broglie** : *Sur les spectres corpusculaires des éléments.* L'auteur a produit ces spectres avec un appareil agrandi, qui met en évidence un certain nombre de lignes; le fond spectral continu restant est dû à des rayons β possédant des vitesses variant d'une façon continue. — M. **C. Gutton** : *Sur l'entretien simultané d'un circuit oscillant et de circuits harmoniques.* Si, outre le circuit oscillant principal, on dispose sur le circuit de plaque d'une lampe à 3 électrodes un circuit accordé sur l'un des harmoniques du courant de plaque, il vibrera en même temps que le premier, sans qu'il soit nécessaire de le coupler au circuit de grille. Il est ainsi possible d'entretenir, simultanément, par une seule lampe, une oscillation et toute la série de ses harmoniques. — MM. **G. Bruhat** et **A. Delaygue** : *Détermination du point d'inversion supérieur de la chaleur spécifique de la vapeur saturée de benzine.* Les auteurs ont trouvé deux limites du point d'inversion supérieur de la chaleur spécifique de la vapeur saturée de benzine, 252° et 267°, entre lesquelles la température

est certainement comprise. — MM. **Ch. Moureu** et **Ad. Lepape** : *Dosage du krypton et du xénon en valeurs absolues par spectrophotométrie.* La préparation de solutions titrées artificielles de krypton pur et de xénon pur dans l'argon pur a permis aux auteurs de simplifier leur méthode primitive tout en la rendant absolue. En diluant dans l'argon pur des volumes connus de ces solutions-mères, ils ont obtenu des solutions de titres voisins de 10^{-3}, 10^{-4} et 10^{-5}, qu'on compare spectrophotométriquement avec les mélanges à doser. — M. **P. Job** : *Sur l'hydrolyse des sels roséocobaltiques.* La mesure des f. é. m. dans l'hydrolyse des complexes roséocobaltiques sous l'influence de la baryte montre que, sous l'influence des ions OH, les sels roséo se transforment en sels hydroxo suivant la réaction indiquée par l'auteur. — MM. **A. Wahl**, **G. Normand** et **G. Vermeylen** : *Sur les monochlorotoluènes.* La chloruration en présence du fer donne 57 à 58 % d'ortho pour 43 à 42 % de para-chlorotoluène. La présence du chlorure de plomb exerce une action catalytique sur la réaction.

3° Sciences naturelles. — M. **A. Lacroix** : *Sur une syénite à corindon et sillimanite formée par endomorphisme du granite.* A Madagascar, l'injection des micaschistes renfermant des gisements de corindon par des apophyses granitiques donne une roche renfermant des cristaux de sillimanite, avec parfois des veinules de damourite. — Mlle **G. Cousin** : *Observations tectoniques sur les terrains secondaires de la bordure méridionale des Vosges.* Les observations de l'auteur pour la réfection de la carte Lure-Mulhouse lui ont montré que, lors de l'établissement du golfe tertiaire d'Alsace, les couches secondaires de la bordure méridionale des Vosges se sont infléchies et brisées du côté où se produit la dépression. Puis, lors des plissements jurassiens, des forces tangentielles ont poussé les assises inférieures de la falaise jusqu'à les redresser complètement contre le massif vosgien. — MM. **L. Dangeard** et **Y. Milon** : *Contribution à l'étude du bassin tertiaire du sud de Rennes. Découvertes de lits à Poissons et à plantes dans les argiles noires au sommet du Chatien.* — M. **P. Bugnon** : *Sur l'hypocotyle de la mercuriale.* D'après l'auteur, c'est l'intervention plus ou moins précoce, plus ou moins intense, c'est la localisation particulière de l'accroissement intercalaire longitudinal, phénomène secondaire au cours du développement ontogénique, qui paraissent déterminer, dans l'hypocotyle et les cotylédons, les dispositions vasculaires variables interprétées par G. Chauveaud comme l'évidente manifestation d'une accélération basifuge plus ou moins forte. — M. **H. Jumelle** : *Un grand Palmier du centre de Madagascar.* C'est le *Chrysalidocarpus decipiens*, dont Beccari a décrit les feuilles et inflorescences, et qui constitue un bel arbre de 10 à 20 m. dont il n'existe plus qu'une vingtaine d'exemplaires dans le Manankazo. — MM. **F. Mesnil** et **M. Caullery** : *L'appareil maxillaire* d'Histriobdella homari; *affinité des Histriobdellides avec les Euniciens.* Il résulte avec évidence des données apportées par les auteurs que l'appareil maxillaire d'*Histriobdella*, par son plan, sa structure et ses connexions, est identique à celui des Euniciens, et cette similitude ne peut guère s'expliquer que par des affinités réelles. D'autre part, les appendices céphaliques rappellent aussi les Annélides de cette famille. — M. **E. Roubaud** : *Sommeil d'hiver cédant à l'hiver chez les larves et nymphes de Muscides.* Chez certaines larves et nymphes de Muscides, ni la chaleur, ni l'excitation brusque ne parviennent à rompre le sommeil d'hiver. Seule l'action prolongée du froid ramène le développement avec un temps perdu parfois considérable. Le froid apparaît donc comme un facteur réactivant, indispensable à la vie de l'espèce. — M. **E. Grynfeltt** : *Sur les fibres perforantes de l'os des Mammifères.* L'auteur distingue dans l'os deux catégories de fibres perforantes : 1° les fibres perforantes périostales, ou fibres de Sharpey des classiques, en général plus épaisses, et qui n'existent que dans les portions de l'os résultant de l'ossification fibreuse ; 2° les fibres perforantes médullaires, beaucoup plus fines, en continuité avec les minces fibres collagènes de la trame conjonctive de la moelle. — MM. **A. Policard** et **J. Tritchkovitch** : *Sur un mécanisme intervenant dans la fixation des graisses par la glande cortico-surrénale.* Cette fixation paraît se faire directement sans intervention d'une destruction préalable de la graisse, à condition que les vacuoles adipeuses de la cellule soient entourées d'une enveloppe protoplasmique très mince et au contact immédiat ou presque immédiat avec le sang véhiculant les particules de graisse; ces conditions ne sont réalisées que lorsque les vacuoles adipeuses sont très volumineuses. — M. **P. Bouin** : *Sur la conjugaison parallèle des chromosomes et le mécanisme de la réduction chromatique.* Chez la Scolopendre, la maturation se fait selon le schéma hétérohoméotypique, et la réduction numérique des chromosomes est obtenue par la conjugaison longitudinale des chromosomes spermatogoniaux. — M. **P. Lecomte du Nouy** : *Sur l'équilibre superficiel du sérum et de quelques solutions colloïdales.* La tension superficielle, à température constante, du sérum sanguin et de ses solutions diminue en fonction du temps, spontanément, très rapidement pendant les dix premières minutes, puis plus lentement. La courbe du phénomène est très voisine de celle des phénomènes d'adsorption. — MM. **H. Bierry**, **F. Rathery** et **F. Bordet** : *Azotémie et hyperprotéidoglycémie expérimentales.* A la suite de la suppression brusque, chez le chien, de l'excrétion urinaire ne permettant une survie que de 2 ou 3 jours, l'élévation du taux du sucre protéidique dans le plasma sanguin est, parallèlement à celle du taux de l'urée, moins rapide et moins intense, à l'inverse de ce qu'on observe chez les brightiques. L'hyperprotéidoglycémie est le stigmate plasmatique révélant un trouble progressivement amené et profond du métabolisme. — M. **Et. Burnet** : *Sur un type d'arthrite fréquemment observé chez les cobayes infectés par le* Micrococcus melitensis.

SOCIÉTÉ FRANÇAISE DE PHYSIQUE

Séance du 17 Mars 1922

M. **A. Boutaric** : *Recherches sur le rayonnement de l'atmosphère.* L'influence qu'exerce l'atmosphère sur l'état thermique de notre globe peut être schématisée d'une manière très simple. Pendant le jour, l'atmosphère

tamise le rayonnement solaire et en arrête une grande partie. La nuit, elle modère le refroidissement de la surface terrestre. Ces deux actions contribuent à atténuer l'amplitude des variations diurnes de la température. 1. *Pouvoir absorbant de l'atmosphère pour le rayonnement solaire.* L'auteur s'est attaché à étudier l'influence de la vapeur d'eau et des poussières. L'influence prépondérante appartient aux poussières, dont les observations polarimétriques (photopolarimètre de Cornu) permettent d'apprécier l'importance. Une longue série de mesures actinométriques, hygrométriques et polarimétriques, faites à Montpellier de 1912 à 1914, lui a permis de comparer les intensités du rayonnement solaire : 1° pour les mêmes heures de journées voisines; 2° pour des épaisseurs atmosphériques égales au cours d'une même année; 3° pour des journées correspondant au même mois et des quantièmes voisins de diverses années. Sauf quelques rares cas, où les pressions de la vapeur d'eau au voisinage du sol étaient très différentes, les intensités du rayonnement solaire au voisinage du sol, pour des épaisseurs atmosphériques égales, varient dans le même sens que les polarisations. Le phénomène est très net et des observations suivies, en un même lieu, pendant plusieurs années, permettraient d'établir une formule qui donnerait l'intensité du rayonnement solaire en fonction de l'épaisseur atmosphérique traversée, de la polarisation et de la pression de la vapeur d'eau. Les conclusions précédentes ne subsistent plus lorsque, pour une raison quelconque, l'*albedo* du sol est modifié. Aussi l'auteur les a-t-il trouvées en défaut au Pic du Midi (2,859 m.), lorsque la mer de nuages s'établissait au-dessous de l'Observatoire, et au Mont Blanc (4.350 m.), après d'abondantes chutes de neige. L'auteur signale en passant qu'aux altitudes élevées, bien que l'atmosphère fût très pure, il n'a pas observé de valeurs excessivement fortes de la polarisation du ciel (les valeurs n'ont pas dépassé 0,70, alors que Cornu signale des valeurs de 0,80 en plaine). 2. *Rayonnement nocturne.* Le rayonnement nocturne se présente comme la différence entre l'émission thermique de la surface rayonnante, régie par la loi de Stefan, et l'énergie q que cette surface reçoit de l'atmosphère. On peut le mesurer au moyen de l'actinomètre d'Angström et enregistrer ses variations au moyen d'une pile thermo-électrique et d'un galvanomètre inscripteur, un groupe de soudures de la pile étant dirigé vers le zénith, l'autre vers une lame brillante de métal à faible pouvoir émissif, dont la température est celle de l'atmosphère au lieu de l'expérience. Par nuit claire le rayonnement nocturne : 1° est indépendant de la polarisation de la lumière diffusée par le ciel (mesurée un peu avant le coucher ou peu après le lever du soleil); 2° varie dans le même sens que la température de l'air au lieu de l'expérience; 3° varie en sens inverse de la pression de la vapeur d'eau; 4° passe par un maximum peu après le coucher du soleil et décroît ensuite lentement et régulièrement jusqu'au matin. L'auteur a établi, par une théorie simple, que le rayonnement peut être représenté par une expression de la forme : $r = \sigma\theta^4 F(f)$, σ désignant la constante du rayonnement intégral (Stefan), θ la température absolue et F une fonction décroissante de la pression de la vapeur d'eau f. Cette théorie met en évidence que les facteurs prépondérants pour la détermination du rayonnement nocturne sont la température de l'air et la pression de la vapeur d'eau au voisinage du sol. Des rayonnements observés sous des températures peu différentes et des pressions de la vapeur d'eau voisines doivent, d'après la théorie, avoir des valeurs comparables, *quel que soit le lieu d'observation.* En effet, contrairement à l'opinion généralement admise, le rayonnement n'est pas exceptionnellement intense aux altitudes élevées : 1° l'auteur a observé à Montpellier, par temps sec, des valeurs comparables à celles qu'il a obtenues au Pic du Midi et au Mont Blanc; 2° si l'on représente en fonction de f le quotient $\frac{r}{\sigma\theta^4}$ relatif aux valeurs observées par l'auteur à Montpellier, au Pic du Midi (2.859 m.), au Mont Blanc (4.350 m.), par Anders Angström à Bassour (1.160 m.) et au Mont Whitney (4,420 m.), par Kimball à Washington (137 m.), en des années et des mois très différents, les points figuratifs se disposent autour d'une même courbe. Si le rayonnement nocturne n'est pas intense aux altitudes élevées, bien que la pression de la vapeur d'eau soit faible, c'est que la température est aussi généralement basse pendant la nuit, ce qui tend à diminuer le rayonnement. 3. *Rayonnement diurne.* L'auteur a établi qu'une surface noire, abritée des rayons solaires directs et tournée vers le zénith, se refroidit pendant le jour, même par les plus chaudes journées d'été, lorsque le ciel est parfaitement pur. Les échanges entre la surface noire et l'atmosphère se traduisent par un rayonnement résultant dirigé de la surface noire vers l'atmosphère. C'est ce qu'on peut constater aisément au moyen d'une pile thermo-électrique reliée à un galvanomètre ; avec un galvanomètre inscripteur on peut enregistrer le phénomène. Le galvanomètre accuse, pour des soudures tournées vers le zénith, un rayonnement résultant vers l'atmosphère du même ordre de grandeur que le rayonnement nocturne. Dès que les nuages apparaissent dans le ciel ou qu'un brouillard se forme dans l'atmosphère, le rayonnement résultant entre la surface noire et l'atmosphère change de sens; la surface noire s'échauffe. En disposant, au-dessus de la pile thermo-électrique, une lame de verre qui laisse seulement passer les radiations de courte longueur d'onde, les échanges entre les soudures et l'atmosphère se traduisent par un gain de chaleur des soudures. On peut ainsi mesurer et enregistrer le rayonnement lumineux du ciel. M. **Dunoyer** attire l'attention sur la curieuse décroissance continue du rayonnement terrestre pendant la nuit, mise en évidence par les expériences de M. Boutaric. Il suggère que cette décroissance pourrait être due, tout au moins par temps calme, à la formation progressive des couches atmosphériques dans lesquelles les sondages effectués le matin indiquent des inversions de température souvent très fortes. M. Boutaric partage également cette opinion. — M. **Holweck** présente quelques appareils nouveaux : 1° *un électroscope à charge automatique*; 2° *un nouveau mode de construction des lampes à incandescence de grande puissance*; on utilise un culot métallique pour fermer le col de l'ampoule, le joint étanche entre ces deux pièces

étant assuré par un anneau de caoutchouc pur convenablement serré par un presse-étoupe; 3° *une nouvelle pompe moléculaire*. Cette pompe consiste en principe en un tube enroulé en hélice et dont les parois sont formées de deux parties : une partie fixe constituée par un filet hélicoïdal creusé dans un stator cylindrique épais, et une partie mobile, se déplaçant à grande vitesse, constituée par un rotor cylindrique tournant à l'intérieur du stator en ne laissant qu'un très petit jeu. Pour un sens de rotation convenable et bien que la vitesse linéaire du rotor soit faible devant celle des molécules gazeuses (40 m. : s. devant 500 m. : sec. environ), celles-ci sont entraînées par les chocs successifs contre le rotor et cheminent le long de l'hélice pour être finalement évacuées dans une pompe préparatoire. Le vide limite donné par cet instrument, mesuré au manomètre absolu, est de 10^{-5} à 10^{-6} mm. de mercure, avec un bon vide préparatoire.

SOCIÉTÉ DE BIOLOGIE

Séance du 25 Mars 1922

MM. **L. Stern** et **R. Gautier** : *L'emploi de l'injection intraventriculaire comme méthode d'étude de l'action directe des substances sur les centres nerveux*. L'introduction d'une substance active dans le liquide céphalorachidien est le seul moyen sûr pour agir sur les centres nerveux cérébrospinaux. Des résultats positifs ne peuvent être obtenus d'une manière certaine que lorsque l'introduction de la substance à examiner est faite dans le système ventriculaire (de préférence dans le ventricule latéral). On atteint ainsi non seulement les centres nerveux localisés des parois ventriculaires, mais aussi les centres corticaux et sous-corticaux. Cette méthode pourra être appliquée avec succès dans un but thérapeutique. — MM. **W. Mestrezat** et **A. Magitot** : *Sur la nature de l'humeur aqueuse de seconde formation chez l'homme*. Il n'y a pas de distinction fondamentale à établir entre l'humeur aqueuse seconde de l'homme et celle de l'animal; une question de degré seule les sépare. L'œil humain est mieux adapté que celui de l'animal au maintien et à la récupération rapide de la composition physiologique des humeurs qu'il renferme. — MM. **H. Coutard** et **J. Lavedan** : *Troubles cardiovasculaires déterminés par les rayons X au cours du traitement des néoplasmes*. Un syndrome cardiovasculaire apparaît chez un grand nombre de personnes soumises aux irradiations larges, intenses, profondes. Les signes fonctionnels en sont : l'essoufflement à l'effort, l'asthénie musculaire; les signes physiques sont : la tachycardie ou la tachyarythmie, l'abaissement de la tension artérielle, parfois l'apparition de souffles fonctionnels. — MM. **P. Carnot**, **W. Koskowski** et **E. Libert** : *Action de l'histamine sur les sucs digestifs chez l'homme*. Il est impossible d'affirmer que l'histamine amène une hypersécrétion de suc duodénobiliopancréatique; constamment, après l'injection, on observe une augmentation du pouvoir lipasique et du pouvoir protéolytique. La méthode employée permet difficilement de juger si l'activité du pancréas est due directement à l'histamine ou doit être, au contraire, considérée comme secondaire au passage du suc gastrique acide sur la muqueuse duodénale.

ACADÉMIE D'AGRICULTURE

Séances de Janvier 1922

Le premier mémoire scientifique présenté en 1922 à l'Académie d'Agriculture est de M. **Schribaux**, et porte *sur les Betteraves fourragères sélectionnées d'origine danoise*. Pendant la période 1903 à 1912, la betterave fourragère occupait en France 630.000 h., surface deux fois et demie plus grande que celle consacrée à la betterave à sucre. Tandis que la betterave à sucre est le chef-d'œuvre de la sélection, la betterave fourragère a été négligée, ses variétés ont diminué de valeur malgré les grands intérêts économiques qu'elle représente. On visait à produire des racines massives sans se soucier de leurs qualités nutritives, qui reposent sur leur composition chimique et leur teneur en matière sèche. On a vu des betteraves d'exposition pesant 13 kg. et ne titrant que 5 °/₀ de matière sèche. L'augmentation de la teneur en matière sèche a été poursuivie par les sélectionneurs danois, qui exportent 2.000 t. par an de semences de betteraves fourragères. Les variétés et lignées réputées, expérimentées pendant 3 ans dans 7 stations d'essais, ont pu être classées par ordre de mérite, et c'est une variété d'origine française, *Ovoïde des Barres*, qui tient la tête : Sludstrup V est une lignée (issue de la variété française) qui est mise en vedette par les derniers essais. En 1926 on pourra avoir une lignée « VII » encore plus améliorée. En concurrence avec les variétés étrangères usuelles, les betteraves fourragères danoises représentent une augmentation de 10 à 20 °/₀ du rendement en matière sèche. M. Godineau, à Angers, dans des essais comparatifs de 1921, a même enregistré parfois 40 °/₀ de différence en faveur des Sludstrup qui ne titrent pas 85 °/₀ d'eau.

Ed. Gain.

SOCIÉTÉ ROYALE DE LONDRES

Séance du 19 Janvier 1922

1° Sciences physiques. — MM. **L. Hill**, **H. M. Vernon** et **D. H. Ash** : *L'emploi du katathermomètre à la mesure de la ventilation*. — M. **S. J. Lewis** : *Le spectre d'absorption ultraviolet et la rotation optique des protéines des sérums sanguins*. La courbe d'absorption de la pseudo-globuline est constante et identique pour les sérums sanguins humain et de cheval. La courbe de l'euglobuline a la même forme générale que celle de la pseudo-globuline, mais diffère pour les coefficients d'extinction. Les courbes d'absorption des variétés d'albumine humaine et chevaline sont analogues; seules leurs dimensions diffèrent dans un rapport constant; cela tient peut-être à l'association d'un agrégat à absorption sélective faible ou nulle, p. ex. un aminoacide aliphatique ou un polypeptide, au constituant principal. La similitude de forme de toutes les courbes ramenées à une amplitude commune, et le fait que les amplitudes sont presque toutes des multiples simples d'un facteur commun, in-

diquent une similitude de constitution de ces protéines et une concentration variable du groupe actif.

2° Sciences naturelles. — MM. **J. A. Gardner** et **F. W. Fox** : *L'origine et la destinée du cholestérol dans l'organisme animal. XII. L'excrétion des stérols chez l'homme.* La mesure de l'absorption et de l'excrétion des stérols dans 26 cas de régime montre, dans 25 cas, un excès de l'excrétion sur l'absorption (moyenne : 0,3 gr. par jour). Une grande partie du cholestérol du sang et de la bile est réabsorbée dans l'intestin avec les sels biliaires, mais ce processus paraît limité par la réduction du cholestérol en bihydrocholestérol dans l'intestin, surtout chez l'homme adulte. L'excès de l'excrétion sur l'absorption conduit à la conclusion qu'il existe dans le corps un organe capable de synthétiser le cholestérol. — Mlles **M. Stephenson** et **M. Whetham** : *Etudes sur le métabolisme des graisses chez le bacille de la phléole des prés.* Les auteurs ont suivi, durant la croissance du bacille de la phléole des prés sur un milieu composé de sels minéraux (avec de l'ammoniaque comme seule source d'azote), du glucose et de l'acétate de sodium, la formation de la protéine et de la graisse en même temps que la disparition du glucose et de l'acétate. Ils n'ont trouvé aucun produit de décomposition intermédiaire du glucose. Ils ont alors étudié les cultures sur les produits de décomposition possibles du glucose. La croissance en présence d'acide lactique, propionique ou butyrique est très analogue à celle en présence de glucose. L'acide acétique n'est utilisé qu'en présence d'acide lactique. — M. **E. W. A. Walker** : *Etudes de variabilité chez les bactéries. Présence et développement de formes dys-, eu- et hyperagglutinables de certaines bactéries.* — MM. **C. B. Heald** et **W. S. Tucker** : *Courbes de recul décelées par le microphone à fil chaud.* Le microphone à fil chaud a été employé pour mesurer le recul du corps par suite de l'action du cœur ; les valeurs obtenues mesurent des quantités proportionnelles à l'énergie cinétique communiquée au corps par les mouvements du sang.

Séance du 26 *Janvier* 1922

Sciences physiques. — MM. **J. A. Crowther** et **B. J. Schonland** : *La dispersion des rayons β.* Les auteurs ont mesuré la dispersion d'un faisceau homogène de rayons β par divers éléments sous divers angles. La dispersion est due à des rencontres simples des particules β avec les particules dispersives, comme le prévoit la théorie de Rutherford, jusqu'à ce que l'épaisseur de la matière dispersive ait réduit la radiation à la moitié de sa valeur. La dispersion par l'or concorde numériquement avec la théorie sous de très petits angles; elle augmente rapidement lorsque l'angle du faisceau primaire augmente, et finalement elle atteint une valeur environ 4 fois plus grande que celle donnée par la théorie. Cette valeur élevée est fournie par les éléments légers, quel que soit l'angle du faisceau. Les théories actuelles de la dispersion nécessitent donc certaines modifications. — M. **C. V. Raman** : *La dispersion moléculaire de la lumière dans l'eau et la couleur de la mer.* — Mlle **A. C. Davies** : *Les énergies électroniques minimum associées à l'excitation des spectres de l'hélium.* Les lignes des séries de l'ortho-hélium et du para-hélium sont simultanément excitées quand l'ionisation de l'atome d'He se produit. Les voltages limites pour l'excitation sont 20,4 ou 25,2, suivant que l'ionisation par chocs multiples a lieu ou non. Les voltages correspondants dans le cas de la ligne élargie λ 4686 sont respectivement 54,2 et 80,0. Cette ligne peut aussi être excitée aux dépens de l'ion He positif, sans autre ionisation de l'atome, à 50,8 volts, valeur déduite de la théorie de Bohr. Le voltage minimum pour l'apparition du spectre de bandes de l'hélium est de 20,4 et les conditions indiquent qu'il est émis par les molécules He^2. Les lignes de l'ortho-hélium et du para-hélium et le spectre de bandes se maintiennent quand on abaisse le voltage jusqu'à 13 volts sous des pressions élevées. — MM. **C. N. Hinshelwood, H. Hartley** et **B. Topley** : *Influence de la température sur deux modes alternes de décomposition de l'acide formique.* La vapeur d'acide formique en contact avec une surface de verre entre 200° et 300°C. se décompose principalement des deux façons suivantes : *a*) $H.COOH = CO^2 + H^2$; *b*) $HCOOH = CO + H^2O$. Les deux modes de décomposition procèdent à vitesses approximativement égales ; mais les énergies critiques calculées d'après les coefficients de température des constantes de vitesse respectives sont si différentes qu'une des réactions devrait prédominer presque entièrement, à moins d'introduire une restriction de phase. Dans ce cas, les molécules possédant l'énergie interne critique nécessaire ne réagissent que si elles sont dans une certaine phase. — MM. **W. A. Bone, A. R. Pearson, E. Sinkinson** et **W. E. Stockings** : *Recherches sur la chimie du carbone. II. Les constituants résiniques et les propriétés cokéfiantes des charbons.* L'extraction prolongée des résines des charbons n'a pas d'influence sur leurs propriétés cokéfiantes, qui ne proviennent donc pas de leur présence. Cette extraction a permis d'isoler de deux charbons bitumineux une résine de poids moléculaire 450 et de formule empirique $C^{31}H^{32}O^3$, dont les propriétés font un résène de la classification de Tschirch. La méthode d'extraction à la pyridine-chloroforme donne un mélange de résines et de substances non résineuses d'origine cellulosique, désignées provisoirement sous le nom de « corps humiques ». C'est à la présence de ces dernières, dont le point de fusion est inférieur à leur température de décomposition rapide, ou à leur formation sous l'influence de la chaleur, que sont dues principalement les fortes propriétés cokéfiantes de certains charbons. Les substances d'origine cellulosique plus complexes, qui forment la principale partie du charbon et qui se décomposent sans fondre, ont peu ou pas d'influence sur les propriétés cokéfiantes.

Le Gérant : Gaston Doin.

Sté Gle d'Imp. et d'Ed., rue de la Bertauche, 1, Sens.

33e ANNÉE N° 9 15 MAI 1922

Revue générale des Sciences pures et appliquées

FONDATEUR : LOUIS OLIVIER

DIRECTEUR : J.-P. LANGLOIS, Professeur au Conservatoire national des Arts-et-Métiers, Membre de l'Académie de Médecine

Adresser tout ce qui concerne la rédaction à M. J.-P. LANGLOIS, 8, place de l'Odéon, Paris. — La reproduction et la traduction des œuvres et des travaux publiés dans la *Revue* sont complètement interdites en France et en pays étrangers y compris la Suède, la Norvège et la Hollande

CHRONIQUE ET CORRESPONDANCE

§ 1. — Physique du Globe

Sur l'absorption de la gravitation. — Dans un article publié sous ce titre (*Rev. gén. des Sciences* du 15 février 1922), M. Majorana a présenté une théorie toute nouvelle de la gravitation. L'enchaînement de ses raisonnements peut se résumer ainsi : jusqu'à ce jour, la considération de l'éther ne nous a pas révélé la genèse de la gravité; à titre d'hypothèse que la suite confirmera ou infirmera, admettons que l'éther n'existe pas. A son défaut, la gravité ne peut plus provenir que d'une émission. Celle-ci ne sera pas faite par des particules *ultra-mondaines* (de type Lesage), puisque la conception de Lesage s'est montrée mécaniquement inadmissible. Dès lors, puisque les particules ne peuvent plus converger de l'infini vers les corps graves, il ne reste plus qu'une solution à envisager, celle de particules *locales*, rayonnées par les corps graves eux-mêmes. Ainsi le Soleil attire la Terre et la Lune parce qu'il les transperce sans cesse des particules qu'il rayonne : celles-ci, en traversant planète et satellite, y freinent leur énergie, et c'est de cet effet que naît le poids de la Terre et de la Lune vers le Soleil.

Pour vérifier ces vues, des expériences ont été faites, notamment sur une boule de plomb B de 1.274 gr. et sur un cube de plomb C de 0 m. 95 de côté. Le poids de B a été trouvé fonction de la gravité terrestre, de l'attraction newtonienne entre B et C, et enfin de l'absorption a éprouvée par la gravité terrestre (particules locales) pendant qu'elle traverse le cube C (écran de 0 m. 95 de plomb) avant d'atteindre la balle B : a s'est montrée égale à $4\ \mu g = 4$ microgrammes sur 1.274 grammes de poids, soit un freinement de 1 pour 319×10^6.

Ce que je viens de résumer suggère de sérieuses objections. D'abord on n'a jamais vu une force attractive naître entre deux corps parce que l'un d'eux (ou chacun des deux) lance sur l'autre des particules ou projectiles quelconques : la force ainsi engendrée serait toujours répulsive. Ensuite Laplace a prouvé que l'absorption de la gravité, quelle qu'en fût la cause, était toujours très faible. Ainsi la gravité issue du Soleil vers la Terre et la Lune s'affaiblit au plus de $1 : 10^7$ en traversant la Terre; sans quoi « il en résulterait dans le mouvement de la Lune une inégalité très sensible » (POINCARÉ : *Science et Méthode*, p. 265). Ceci ne préjugeant rien sur la cause de la gravité, et s'appliquant aux particules de M. Majorana aussi bien qu'à toute autre cause, on en conclut que la valeur $a = 4\ \mu g$ ci-dessus citée doit être erronée. En effet, *grosso modo*, avec un écran ayant la densité de la Terre (5,5) au lieu de celle du plomb (11,35), a diminuerait dans le rapport de 11,35 à 5,5; mais, si l'épaisseur de l'écran passait de 0 m. 95 (cube C) à 12.740 km. (globe terrestre), a croîtrait parallèlement, et, finalement, la diminution relative de la gravité serait approximativement de :

$$\frac{1}{319 \times 10^6} \times \frac{5,5}{11,35} \times \frac{12,74 \times 10^6}{0,95} = 0,02.$$

Ainsi, le globe terrestre, agissant comme écran, freinerait la gravité de 2 °/₀, ce qui est sûrement faux, puisqu'on n'observe pas les inégalités prévues par Laplace et Poincaré.

Cependant les $4\ \mu g$ résultant des observations de M. Majorana sont très réels. Se pourrait-il que la vraie valeur de a ne fût qu'une fraction de ces $4\ \mu g$, le reste s'introduisant sous l'action d'une force naturelle

inconnue, ou par suite d'un vice dans le dispositif expérimental,... ou... etc. M. Majorana, et M. Michelson qui va reprendre en Amérique les expériences de Bologne, nous renseigneront sans doute un jour sur ce qu'il en est. En attendant, il est permis de remarquer ceci.

Si on en juge par certains passages de l'article de M. Majorana (notamment col. 2 des pp. 73 et 74), ces expériences de laboratoire ont dû présenter d'énormes difficultés. Par conséquent, lorsque les très petits nombres qu'elles fournissent sont en désaccord avec des résultats astronomiques, ce sont ces derniers qu'il faut tenir pour justes. — D'autre part, considérant combien il est peu vraisemblable qu'un corps puisse en attirer un autre en le criblant de particules, on est enclin à douter des particules locales imaginées par M. Majorana, et à reprendre, mais en sens inverse, l'enchaînement logique du savant professeur, en disant : il n'y a pas de particules, ni locales (divergentes), ni ultra-mondaines (convergentes) : il y a donc un éther.

Il y a 20 ans, dit M. Majorana (p. 70), nier l'éther eût été une hérésie. Pourquoi l'hérésie serait-elle moindre aujourd'hui, ajouterai-je, si, comme je crois l'avoir prouvé dans une brochure de quelques pages (*Ether ou Relativité*, Gauthier-Villars), l'étude de l'éther, devenue facile aujourd'hui, lève fort simplement les contradictions très sérieuses qui embarrassaient les physiciens depuis nombre d'années, et notamment celles que M. Einstein s'est proposé de « sauver » quand il a combiné sa théorie de la Relativité.

Une dernière remarque, sur les lignes de force gravifiques sillonnant l'espace : M. Majorana ne voit rien qui les empêche d'être rectilignes (p. 73). Or, si elles l'étaient, on ne s'expliquerait pas que la formule de Newton fût pratiquement moins juste que la formule empirique de Newcomb, où l'exposant de la distance est un peu différent de 2. L'étude expérimentale de l'éther montre que ces lignes de force sont courbes, et que la petite retouche à apporter à la formule de Newton s'en déduit aisément (*Ether ou Relativité*, pp. 49-51).

Maurice Gandillot.

§ 2. — Physique

Phénomènes de polarisation dans les ampoules à rayons X. — Au cours de quelques expériences avec une ampoule à rayons X traversée pendant longtemps par une décharge continue[1], M. S. Ratner a observé un durcissement graduel de l'ampoule, malgré le maintien d'une pression relativement élevée. De nouvelles expériences analogues lui ont révélé un effet remarquable qui se produit dans toute ampoule à rayons X ou, d'une façon plus générale, dans tout tube à vide après un fonctionnement suffisamment long et constant. Dans ce cas, on observe en effet un moment où la résistance de l'ampoule commence à croître graduellement jusqu'à devenir assez élevée pour arrêter la décharge, quoique la pression se maintienne constante et élevée. Ce phénomène est analogue à la polarisation d'une pile électrolytique.

Le temps requis pour la polarisation d'un tube n'a été que de quelques jours. Alors une différence de potentiel de 50.000 volts ne produisait aucune décharge, même à la pression de 0,035 mm. En renversant la direction du courant, il traverse facilement le tube polarisé. Abandonné à lui-même pendant une nuit, un tube polarisé est redevenu normal le matin.

Quelles sont les causes de ce phénomène? Il ne dépend pas des gaz de l'ampoule, car il persiste après introduction d'air, tandis qu'un voltage plus faible produit une décharge entre deux électrodes placées dans un tube latéral, où la composition des gaz est la même que dans l'ampoule principale. L'introduction d'un peu de vapeur réduit immédiatement la polarisation.

D'après l'auteur, le phénomène serait dû à la destruction électronique des couches gazeuses situées à la surface des électrodes. Ces couches, dont l'existence est aujourd'hui bien établie, jouent un rôle important dans divers phénomènes. On sait depuis longtemps que les gaz occlus dans les électrodes facilitent beaucoup le passage de la décharge dans les tubes à vide, et on a trouvé récemment que les surfaces métalliques soigneusement débarrassées de gaz ne présentent pas d'effet photo-électrique appréciable. Il semble donc que le processus d'émission électronique par les surfaces métalliques ne puisse se réaliser que par l'intermédiaire de la couche superficielle de molécules gazeuses.

§ 3. — Agronomie

Les productions agricoles de la Guadeloupe. — Cette riche île française, qui ne mesure dans ses plus grandes dimensions que 60 à 70 km. et a une surface de 178.000 hectares, est cependant capable de fournir une production agricole tout à fait importante.

M. M. Rigotard, dans une conférence aux élèves de l'Institut national d'Agronomie coloniale, a réuni les principaux éléments d'ordre géographique et agricole concernant cette île.

C'est la canne à sucre, culture dominante dans les Antilles, qui retient d'abord l'attention. De nombreux domaines de 1.000, 2.000, 3.000, même 10.000 hectares, possédant chacun une sucrerie, sont divisés en « habitations » ou fermes dirigées par un « géreur », placé lui-même sous le contrôle d'un inspecteur de culture. Ce personnel reste en permanence à la colonie; le directeur de l'usine et le personnel de son état-major : ingénieurs, chimistes, etc., peuvent ne rester que pendant la période de fabrication, de « roulaison » comme on dit là-bas.

La canne donne à la Guadeloupe un rendement en sucre de 3 à 4 tonnes par hectare, au lieu de 5,5 à 6,5 à Cuba, de 8,75 à 11,25 à Java et de 10 à 12,5 t. aux Hawaï. A la Guadeloupe les rendements en sucre sont donc très bas. Ils ont été beaucoup plus élevés autrefois, mais les méthodes de culture et les soins apportés à la protection de la canne contre divers parasites sont insuffisants : labours trop superficiels, culture permanente de la canne sur le même terrain au lieu de pratiquer un assolement, et fumures insuffisantes. D'autre part la composition des sols, qui a fait l'objet, de la part de l'auteur, de nombreuses recherches, exigerait l'emploi d'engrais ou d'amendements appropriés. Ces sols

1. *Philos. Magazine*, janvier 1922.

sont presque tous dépourvus de calcaire et leur défaut d'alcalinité favorise le développement des champignons.

Le Directeur de la Station agronomique de la Guadeloupe, M. Dash, propose d'élever dans une proportion considérable la dose de fumier pour une récolte de cannes : il faudrait accroître en conséquence le troupeau de la colonie. De plus, il conseille de faire l'assolement suivant : d'abord trois récoltes de cannes, puis une de coton ou de ricin, et enfin une légumineuse (engrais vert ou fourrage). Quant à la composition chimique des terres, on peut dire que certaines sont très riches. En général, elles sont argilo-siliceuses, très pauvres en calcaire, colorées en rouge ou en jaune; elles reposent sur un substratum calcaire, mais en sont le produit de décalcification. L'azote y est presque toujours abondant : en moyenne de 2 à 3 pour mille. Moins bien pourvues en acide phosphorique, elles en contiennent en moyenne plus de 1 pour mille.

Voici d'ailleurs une analyse complète d'une bonne terre qui portait une belle récolte de cannes :

	Analyse physique :
Cailloux	0,0
Sable grossier total	163,5
— fin total	244,5
Argile et éléments impalpables.	592,0
	1.000,0
	Analyse chimique :
Azote	2,18 %
P^2O^5 total	2,91
— assimilable	0,52
K^2O total	0,81
— assimilable	0,24
Chaux CaO	

Relativement à la fumure des terres, on peut remarquer, d'abord, que le bétail n'est pas assez abondant, ensuite qu'étant parqué en plein air, il s'ensuit que le fumier est lavé par les pluies et perd une grande partie de sa valeur. Et cela est d'ailleurs constaté par les analyses déjà anciennes faites par Léger et par Bonaiwe, que l'auteur cite.

Le bétail est soumis alternativement à des périodes de nourriture suffisante (feuilles vertes de cannes), puis de privations. M. Rigotard regrette qu'on ne fasse pas de réserves de fourrages secs, ni de maïs en grain, qui vient cependant très bien à la Guadeloupe.

Pour terminer avec ces questions qui gravitent autour de la culture de la canne à sucre, retenons que la production totale du sucre, à la Guadeloupe, a été en 1917 de 31.000 tonnes (en année moyenne 30.000 t.). La production de rhum a été de 12.000.000 litres en 1917. Il n'est pas exagéré de dire qu'un perfectionnement de la culture doublerait la production du sucre.

Le massif montagneux, ou Guadeloupe proprement dite, est un enchevêtrement de mornes volcaniques, d'arêtes, donnant un relief chaotique. Une multitude de torrents à régime très irrégulier sillonnent ce massif formé de roches massives, imperméables, d'origine volcanique.

La pluviométrie est bien connue, car chaque usine possède un pluviomètre et l'on dispose de nombreuses années d'observations. Les moyennes de 36 années dans la région du Moule sont :

Janvier	87 mm.	Juillet	139,5
Février	55,9	Août	148,0
Mars	50,2	Septembre	185,7
Avril	94,2	Octobre	191,7
Mai	122,3	Novembre	199,6
Juin	128,6	Décembre	128,8
Six 1rs mois	538,2	Six derniers	993,3

La récolte de la canne se fait pendant les six premiers mois.

Au point de vue température, la moyenne des minima est voisine de 20° en décembre, 25° en juillet; celle des maxima est proche de 27° en janvier, 31° en juillet. La température des torrents, observée en décembre par l'auteur, était de 20° (air 21°,3), 20°,2 (air 21°,2), donc très peu inférieure à celle de l'ambiance. Par contre, l'eau de mer avait une température supérieure d'environ 1°,2 à celle de l'air dans une observation faite au Morne à l'Eau.

Les forêts couvrent toutes les montagnes et en rendent l'accès très difficile. La carte est loin d'être établie. De nombreuses essences sont bonnes pour l'ébénisterie, la construction, et sont d'ailleurs utilisées, mais l'exploitation n'est pas organisée.

Le campêche est abondant et donne lieu à une certaine exportation.

Parmi les cultures les plus prospères et les plus capables d'être développées se trouve le cacaoyer. D'excellentes cacaoyères, en partie irriguées, ont pu être visitées par l'auteur. Dans l'une d'elles, le rendement était de 700 à 800 kg. de graines par hectare.

Il est intéressant de rappeler que, d'après les nombreuses analyses de terres faites par M. Rigotard, ce sont les terrains les plus riches en potasse qui portent les plus belles récoltes de cacao, alors que dans les terres contenant peu de potasse assimilable la canne à sucre croît très bien.

Le caféier est cultivé en plantations spéciales ou bien intercalé entre les cacaoyers.

Des lignes d'arbustes à 2 m. de distance sont alternativement constituées par des cacaoyers et des caféiers, et de loin en loin des lignes de pois doux (*Inga laurina*) servent de brise-vent et d'abri contre le soleil. Des vanilliers sont plantés contre les pois doux qui servent de support à cette liane.

On a tendance à présent à séparer les plantations de cacaoyer et de caféier; la culture et la récolte sont facilitées et simplifiées.

Telles sont les principales cultures portées par ce sol riche, sous un climat éminemment favorable à la végétation.

L.R.

§ 4. — Géographie et Colonisation

La population de la France en 1921[1]. — Les résulats provisoires du recensement du 6 mars 1921 donnent pour la population totale de la France 39.194.550 habitants, y compris l'Alsace-Lorraine qui en compte 1.695.156. Si l'on s'en tient aux 86 départements d'avant le traité de Versailles, on voit que la population a rétro-

1. Maurice Zimmermann : La population de la France en 1921. *Annales de Géographie*, 15 janvier 1922, p. 37-51.

gradé de 39.601.509 à 37.499.394, soit une diminution de 2.102.115, provenant des pertes de guerre, de l'épidémie de grippe de 1918 et de la réduction des naissances. Cette diminution se trouve même réduite par l'augmentation du nombre des étrangers qui, de 1911 à 1921, a passé de 1.159.835 à 1.415.128, malgré la disparition de la plus grande partie des Allemands, Autrichiens et Hongrois. De telle sorte que, si l'on défalque le nombre des étrangers et celui des militaires occupés hors de France, la population française s'est réduite, de 38.441.664, en 1911, à 36.084.266, en 1921, et cette diminution de 2.357.398 traduit nos véritables pertes.

Huit départements seulement ont vu leur population augmenter : Alpes-Maritimes, Seine-Inférieure, Pyrénées Orientales, Hérault, Rhône, Bouches-du-Rhône, Seine et Seine-et-Oise. Les départements envahis sont naturellement parmi ceux qui ont le plus souffert : la Meuse a perdu 25,5 °/₀, l'Aisne 20,5 °/₀, la Marne 16, la Somme 13, les Ardennes 12,8, les Vosges 11,6, Meurthe-et-Moselle 10,8, le Nord 8,8, le Pas-de-Calais 7,3.

Dans les autres portions du territoire, la dépopulation porte d'abord sur les régions montagneuses, comme on l'observe depuis un demi-siècle; parmi les régions de plaine, le phénomène est particulièrement marqué dans la partie centrale du bassin aquitain, malgré l'afflux croissant des Espagnols et des Bretons et la présence de deux foyers assez vivants : Toulouse et Bordeaux. La seconde zone de dépeuplement un peu moins intense s'étend du Berry jusqu'aux Vosges; elle correspond à la Sologne, au Morvan, aux plateaux calcaires du Berry, de la Bourgogne et de la Franche-Comté; le Doubs doit à sa position frontière et à ses florissantes industries d'être moins atteint. Un troisième pôle de dépeuplement, également ancien, quoique plus restreint, se présente dans l'Ouest, particulièrement dans les départements bocagers de la Manche, de l'Orne et de la Mayenne, avec extension en Bretagne et dans les départements d'entre Loire et Charente. On observe, d'autre part, que le mouvement de baisse semble enrayé en Normandie, province classique du dépeuplement; il faut en voir probablement la raison dans le développement industriel et commercial et dans l'afflux des étrangers depuis dix ans.

Dans l'étude que nous analysons, M. Maurice Zimmermann essaye de discerner les causes géographiques principales qui paraissent enrayer ou atténuer le dépeuplement, et il en signale deux : la présence des grandes villes et la position périphérique. On constate, en effet, un rapport direct entre le volume des agglomérations urbaines et le pourcentage de déficit ou de gain des départements qui les renferment. Pour les départements qui possèdent une ville de 50 à 100.000 habitants, le taux de dépeuplement varie de 3 à 7 °/₀; si la ville atteint ou dépasse 100.000, l'état est stationnaire; enfin, il y a gain lorsque l'agglomération dépasse 500.000 habitants, et, à propos de Paris, par suite de l'accroissement périphérique, on constate que le gain porte encore plus sur la Seine-et-Oise que sur la Seine.

La position périphérique agit comme facteur de peuplement par l'attraction des étrangers. Sur les rivages maritimes, l'influence est moins marquée à l'Ouest qu'au Nord et au Midi, en raison du vide océanique. Sur la frontière continentale, l'afflux des étrangers tend presque partout à atténuer le dépeuplement; seuls font exception les départements adossés à de hautes barrières montagneuses. Depuis le milieu du XIXe siècle, le nombre des étrangers en France va croissant, conséquence naturelle de la diminution de la natalité. On en comptait 379.000 en 1851, et 1.415.128 en 1921. En 1911, Italiens (419.234) et Belges (306.319) venaient en tête, puis les Espagnols (105.760), les Allemands (102.271), les Suisses (73.422), les Anglais (40.378). La localisation est déterminée naturellement par la proximité du pays d'origine; Anglais, Suisses et Italiens sont les plus diffusés, et c'est Paris qui centralise toutes les nationalités.

Pour 1921, on n'a pas encore publié la répartition des étrangers par nationalité, mais seulement le chiffre brut par département. Ce qui permet de constater l'augmentation de la population étrangère dans les départements du Nord, conséquence du besoin de main-d'œuvre pour le travail de reconstruction, et dans les grands centres métallurgiques de l'intérieur. La colonie étrangère de la région parisienne (Seine, Seine-et-Marne et Seine-et-Oise) n'a passé de 267.647 qu'à 277.980. Ce qui est plus significatif, c'est l'arrêt de l'immigration en Provence, en même temps que sa progression exceptionnelle dans le bassin rhodanien, jusqu'à la Haute-Saône. D'autre part, l'immigration espagnole s'est largement répandue dans les départements du Midi pyrénéen. En calculant les pourcentages dans les régions où le peuplement étranger est le plus dense, on trouve 4,9 pour la région parisienne (3 départements), 5,5 pour la région de l'Est (4 départements en bordure de l'Alsace-Lorraine), 6,5 pour la région du Nord (6 départements), 14,7 pour le littoral méditerranéen (7 départements), soit au total 1.053.000 étrangers dans 20 départements, alors qu'il n'en reste que 362.000 pour 67 départements (pourcentage 1,5).

M. Zimmermann compare, enfin, en terminant, les recensements de 1872 et de 1921 et constate que, pendant ce demi-siècle, 22 départements seulement ont augmenté; ils appartiennent aux régions frontières, au littoral méditerranéen, à la région parisienne et aux grands foyers industriels de l'intérieur. Les plus gros pourcentages de gain entre ces deux dates sont : 98,7 pour la Seine, 79,7 pour les Alpes-Maritimes, 66,1 pour le territoire de Belfort, 58,8 pour Seine-et-Oise, 51,7 pour les Bouches-du-Rhône, 42,7 pour le Rhône, 38 pour la Meurthe-et-Moselle, etc.

Pierre Clerget.

L'ETHNOGRAPHIE ET LA PRÉHISTOIRE[1]

La Paléontologie humaine — science bien jeune encore aux progrès de laquelle les savants français ont largement contribué — a déjà projeté une grande lumière sur les débuts de l'Humanité. Assise sur de solides bases que lui ont fournies diverses branches de l'Histoire naturelle, elle s'est trouvée rapidement en mesure de battre en brèche les vieilles légendes qui avaient la prétention d'expliquer l'origine de l'Homme. Quoique jeune aussi, l'Ethnographie a prêté, et prête chaque jour, un concours efficace à la Préhistoire; c'est ce que je me propose de démontrer dans le présent article.

***

Parmi les légendes les plus invétérées, je citerai en première ligne celles relatives aux pierres de foudre. Les Grecs de l'antiquité ont cru aux *céraunies*; les Romains ont partagé cette croyance, qui se retrouve en Asie, en Afrique, en Amérique aussi bien qu'en Europe. Les céraunies de l'antiquité, les flèches de la foudre du moyen âge, les langues du tonnerre des indigènes de l'Extrême-Orient et de l'Amérique, ne sont autre chose que des haches en pierre polie, des pointes de flèches ou d'autres instruments en pierre soigneusement travaillés. Ce sont ces produits de l'industrie humaine, antérieurs à la découverte des métaux, que l'on considérait comme se formant dans les nuages et tombant sur la terre pendant les orages. A l'appui de cette opinion, on invoquait des faits qui semblaient bien probants ; je me bornerai à en citer quelques-uns à titre d'exemples.

Lorsqu'il n'était encore que gouverneur de l'Espagne tarraconaise, Galba vit un jour la foudre frapper un lac des Cantabres; il fit fouiller le lac et on en retira douze haches en pierre polie. Le futur empereur n'hésita pas à les considérer comme des sortes de talismans que lui envoyaient les divinités, qui voulaient, par ce moyen, l'informer des hautes destinées auxquelles il était appelé. S'il s'était trouvé des sceptiques, les événements devaient se charger de les convaincre.

Au XVIe siècle, un Allemand, Kentmann, ami du naturaliste Conrad Gessner, prétendait qu'on découvrait toujours les céraunies dans le sol, *en des lieux où le tonnerre avait frappé un arbre, une maison*, et, comme preuve, il déclarait qu'une de celles qu'il possédait avait été rencontrée, par un jeune homme, enfouie dans la terre après l'orage du 17 mai 1561 ; qu'une autre avait été recueillie à Siplitz, par des paysans, sous un chêne déraciné par la foudre ; qu'une troisième lui venait d'un maçon *digne de foi* qui l'avait découverte à une profondeur de douze coudées, où le tonnerre l'avait enterrée.

A ces pierres, auxquelles on attribuait une origine surnaturelle, on attachait une valeur considérable. On en ornait les diadèmes des déesses Isis et Junon. Dans le tribut que l'Espagne payait à Rome figurait une pierre de foudre. Prudence nous dit que des Germains en portaient sur leurs casques d'or pour s'assurer la victoire dans les combats. Non seulement, elles faisaient gagner les batailles, prendre des villes, s'emparer de flottes, mais elles préservaient des naufrages, protégeaient contre la foudre les personnes et les maisons, faisaient gagner les procès et procuraient un doux sommeil et d'agréables songes. Elles jouissaient en outre de propriétés astringentes et antiphlogistiques. C'est ce qu'affirmait, au XIIe siècle, Marbode, évêque de Rennes, auteur d'un célèbre *Lapidaire*; dans son poème intulé *Dactylotheca*, il consacra une page entière à l'énumération, en vers latins, des vertus merveilleuses des céraunies.

En 1081, Alexis Comnène, empereur de Byzance, envoya à l'empereur d'Allemagne, Henri IV, quelques présents qui comprenaient, à côté d'un coffret renfermant des reliques, une *astropelekia*, c'est-à-dire une hache du ciel, montée en or.

Au XVIIe siècle (vers 1670), une pierre de foudre a été apportée, comme une chose précieuse, « à Monseigneur le prince François de Lorraine, Evesque de Verdun, par M. de Marchevillè, Ambassadeur pour le Roi de France à Constantinople auprès du Grand Seigneur ». C'est ce que nous apprend la vieille inscription placée sur la hache polie dont il s'agit qui a été conservée au Musée Lorrain de Nancy. L'étiquette dit en outre que « laquelle pierre nephréticque portée au bras, ou sur les reins, a une vertu merveilleuse pour jeter et préserver de la gravelle, comme l'expérience le faict voire journellement ».

A l'époque où M. de Marcheville apportait au prince François de Lorraine le précieux talisman pour préserver de la gravelle, la croyance à l'origine surnaturelle de la hache en pierre polie était si répandue que Boèce de Boot écrivait, en 1636, la phrase suivante : « C'est une renommée si constante, et approuvée de l'approbation de tant de personnes, que c'est la flesche du foudre,

1. Conférence faite le 11 mars 1922 à l'Institut de Paléontologie humaine.

que si quelqu'un vouloit combatre cette opinion communement tenuë et y desnier son consentement, il paroistroit fol. » Au risque d'être taxé de folie, l'auteur se demanda, cependant, si les pierres de foudre n'étaient pas des marteaux, des coins, des haches, des socs de charrue façonnés primitivement en fer et transformés en pierre par le temps.

Ce serait une grande erreur de croire que les superstitions dont il s'agit aient complètement disparu de nos contrées et qu'on n'en retrouve de traces que chez certaines populations arriérées d'Asie, d'Afrique ou d'Amérique. Partout où les haches et autres instruments de pierre ont cessé d'être en usage depuis de longs siècles, les légendes à leur sujet persistent. Les Nègres de la région du Tchad les considèrent comme tombés des nuages pendant les orages et leur attribuent, entre autres propriétés, celle de préserver de la foudre. Les ciseaux fusiformes en pierre ont, aux yeux des indigènes, plus d'efficacité encore que les haches proprement dites. Les Ouadaïens recherchent les pierres de foudre pour les placer au fond de leurs greniers à mil. Ils sont persuadés qu'elles ne sauraient rester sans être constamment recouvertes de grain et que, si la provision menace de s'épuiser, elles feront naître des circonstances heureuses qui permettront au propriétaire de remplir son grenier.

Dans ma jeunesse, je m'étais réfugié sous un arbre, en Touraine, un jour d'orage. La foudre tomba sur une étable située à moins de dix mètres de moi. Les paysans, après avoir sorti leurs bestiaux et éteint un commencement d'incendie, se mirent à la recherche de la pierre de foudre. En Bretagne, dans l'Aveyron, les bergers attribuent aux céraunies la propriété de les préserver de la foudre, ainsi que leurs troupeaux. Dans la Haute-Garonne, en Italie, en Ecosse, etc., elles sont regardées comme de puissants talismans. Des pointes de flèches en silex, montées en argent, constituent des amulettes hautement appréciées en Italie. Suspendues à un chapelet, elles rendent la prière plus efficace.

Et, cependant, Mercati, qui était né en 1541 et mourut en 1593, avait déjà reconnu la véritable nature des prétendues pierres de foudre. En s'appuyant sur l'Ethnographie, il avait montré que des instruments de pierre, analogues aux céraunies, avaient été en usage à des époques historiques. Il citait, notamment, les couteaux de silex dont se servaient les embaumeurs égyptiens pour ouvrir les cadavres, ceux que Jéhovah avait ordonné à Josué de fabriquer pour circoncire les Israélites, et les couteaux qu'employaient les prêtres de Baal et de Cybèle pour se faire des incisions dans le but de se rendre les divinités favorables. D'un autre côté, disait-il, rien ne prouve que les céraunies aient été déposées par la foudre dans les endroits où on les découvre. Il en arriva à conclure que ces pierres étaient simplement les armes, les outils des « plus anciens des hommes ». Pour lui, ces hommes qui, faute de métaux, « fabriquaient tout avec des pierres aiguisées », avaient vécu entre Adam et Tubalcain. Son livre, intitulé *Metallotheca Vaticana*, ne fut publié qu'en 1717 et laissa bien des incrédules.

En 1723, Antoine de Jussieu revint à la charge et, lui aussi, emprunta ses arguments à l'Ethnographie, mais à l'Ethnographie moderne. De

Fig. 1. — *Hache en pierre polie des Antilles ayant appartenu à M. de Jussieu.*

Fig. 2. — *Sternum de Patagon transpercé par une flèche en silex qui a traversé tout le corps du sujet, d'arrière en avant.*

grands voyages d'exploration avaient été accomplis; ils avaient procuré des instruments en pierre employés par des sauvages et provenant, les uns « des îles d'Amérique (fig. 1) et les autres du Canada ». Dans un mémoire qu'il lut à l'Académie des Sciences et qui traitait *De l'origine et de l'usage des pierres de foudre*, A. de Jussieu n'hésita pas à déclarer que « du moment que nous apprenons, à n'en pas douter, que les sauvages de ces pays-là se servent à différents usages de pierres à peu près semblables qu'ils ont taillées avec une patience infinie par le frottement contre

d'autres pierres », on ne pouvait se refuser à admettre qu'il en avait été de même autrefois en France et en Allemagne. Avant la découverte des métaux, disait-il, nos ancêtres étaient des sauvages et fabriquaient leurs outils avec des pierres qui, enfouies dans le sol, s'y sont conservées ; « et voilà les pierres tombées avec la foudre », déclarait-il en terminant.

De Jussieu n'avait pas convaincu l'Académie. Sept ans plus tard, Mahudel ne fut pas plus heureux lorsqu'il vint développer les mêmes idées devant la savante Compagnie ; on lui reprocha de n'avoir pas exposé « les raisons qui prouvent l'impossibilité que ces pierres se forment dans les nues ».

En 1758, dans un remarquable ouvrage, un magistrat fort érudit, Goguet, fut non moins affirmatif que de Jussieu et Mahudel. Il alla plus loin qu'eux, car il déclara qu'après s'être servi de la pierre, l'homme avait employé « le cuivre durci par la trempe et surtout par l'alliage » avant de fabriquer des outils en fer.

Dampierre, Frézier, La Condamine, Bougainville, Cook, Forster, La Pérouse, La Billardière, Freycinet, Choris, etc. rapportèrent de leurs voyages des collections d'outils en pierre qui comprenaient tous les types des céraunies. La question était jugée : l'Ethnographie avait fait justice de la légende des pierres de foudre.

* * *

Les instruments en pierre qui avaient attiré l'attention des Anciens et auxquels on attribuait une origine céleste étaient naturellement ceux dont le travail soigné ne permettait pas de les confondre avec de vulgaires cailloux ; ce sont ceux qui caractérisent l'*époque néolithique* ou de la pierre polie.

A une période plus ancienne, que les géologues désignent sous le nom de *pléistocène*, alors que la faune et la flore différaient de la faune et de la flore actuelles, l'Homme existait déjà à la surface du globe et savait se confectionner des armes et des outils, qu'il tirait également de la pierre. Mais ignorant l'art de polir ses instruments ou de les perfectionner au moyen de fines retouches, il se contentait de les dégrossir en en détachant des éclats par percussion ; cette période est celle de la pierre taillée ou *époque paléolithique*. Nous savons aujourd'hui qu'il n'a pas existé d'hiatus entre le Paléolithique et le Néolithique, qu'une époque de transition, qualifiée d'azilienne, relie l'un à l'autre.

De longue durée, la période pléistocène a été subdivisée en six époques secondaires qui sont, en allant de la plus récente vers la plus ancienne, l'époque magdalénienne, l'époque solutréenne, l'époque aurignacienne, l'époque moustérienne, l'époque acheuléenne et l'époque chelléenne. Cette classification, valable pour notre région, est basée sur la Géologie, la Paléontologie et sur l'industrie. Les couches les plus anciennes du Pléistocène, ou Quaternaire, contiennent les restes d'une faune chaude, que caractérisent *Hippopotamus amphibius*, *Elephas antiquus*, *Rhinoceros Mercki*. Plus tard, nous trouvons une faune froide, qui comprend encore un Eléphant — l'*Elephas primigenius* ou Mammouth — et un Rhinocéros — le *Rhinoceros tichorhinus* ou Rhinocéros à narines cloisonnées ; mais, grâce à leur épaisse toison, Mammouth et Rhinocéros à narines cloisonnées pouvaient supporter de basses températures. Il est à peine besoin de rappeler que ces deux animaux, après avoir émigré plus tard vers le Nord, se sont éteints dans les régions boréales, où l'on en a découvert des cadavres entiers, conservés dans les glaces de la Sibérie. A la fin de l'époque pléistocène, une faune, tout à fait comparable à la faune actuelle des steppes et des toundras, dans laquelle le Renne était abondamment représenté, prospérait dans notre pays. Le climat a donc été rigoureux durant la plus grande partie de cette période et les glaciers ont acquis une puissance remarquable, tout en offrant des alternatives d'extension et de recul qui dénotent que les conditions climatériques ont subi des oscillations très appréciables.

Dès le début, pour lutter contre les redoutables animaux dont il était entouré et pour pourvoir aux nécessités de son existence, l'Homme s'est vu dans l'obligation de se créer un outillage et surtout un armement. Peu à peu, il a perfectionné ses instruments, rendant ainsi sa vie de plus en plus facile. A la fin du Pléistocène, grâce aux progrès accomplis, grâce à l'abondance du gibier, notamment du Renne, qui fournissait à nos ancêtres, non seulement sa chair et sa peau, mais aussi ses os et ses bois pour confectionner une grande variété d'armes et d'outils, l'Homme assurait sans peine son existence et consacrait une partie de ses loisirs à exercer ses instincts artistiques. L'Ethnographie a démontré que toute l'industrie paléolithique se retrouve de nos jours chez certaines populations du globe et que des œuvres d'art, tout à fait comparables à celles des artistes de l'époque magdalénienne, sont encore exécutées par les peuplades boréales. Les plus grossiers instruments de l'époque acheuléenne et chelléenne continuent à être fabriqués par quelques tribus arriérées de l'Australie.

* * *

L'instrument typique des premiers temps quaternaires a une forme plus ou moins amygdaloïde obtenue en détachant d'un bloc de pierre des éclats au moyen d'un caillou servant de percuteur. Si grossier qu'il soit, il dénote déjà une technique qui ne permet guère de le considérer comme le premier tâtonnement industriel de l'Homme. *A priori*, on devait penser qu'on rencontrerait des outils plus primitifs dans des couches plus anciennes, c'est-à-dire dans les couches supérieures (pliocènes) du Tertiaire. Desnoyers, l'abbé Bourgeois, Rames, Carlos Ribeiro crurent en avoir trouvé dans des couches pliocènes, voire miocènes, de France et de Portugal.

Ces trouvailles donnèrent lieu à de grandes discussions. On contesta l'âge de certains gisements, ou bien le travail intentionnel des objets recueillis dans des couches incontestablement tertiaires. Ce travail fut néanmoins admis sans hésitations par des savants qui, au point de vue des doctrines, différaient autant qu'Armand de Quatrefages et Gabriel de Mortillet. Pour de Quatrefages, l'être qui avait travaillé les silex de Saint-Prest, de Thenay (fig.3), de Puy-Courny et d'Otta ne pouvait être qu'un homme. Pour G. de Mortillet, l'ouvrier n'était ni un homme ni un singe, mais un intermédiaire qu'il qualifia du nom de *Homosimius*. Il imagina même trois espèces d'intermédiaires entre l'Homme et le Singe : l'*Homosimius Bourgeoisi*, l'*Homosimius Ribeiroi* et l'*Homosimius Ramesi*. Quant à Albert Gaudry, il attribua le travail des silex tertiaires à un véritable Singe, le *Dryopithecus*, dont une mâchoire avait été découverte dans les argiles tertiaires de Saint-Gaudens. Aucun des Anthropoïdes vivants ne s'est montré capable de façonner un outil en pierre, si rudimentaire fût-il. Je ne connais qu'un seul exemple de Singe anthropomorphe qui se soit montré inventeur. Il s'agit d'un chimpanzé auquel son maître, administrateur des Colonies, avait imposé le nom d'Edgar. Au Congo, le singe avait réussi à meubler le coin de la véranda qui lui était affecté : le mobilier se réduisait d'ailleurs à une vieille casserole dans laquelle Edgar conservait jalousement quelques objets. Son maître l'avait vu en retirer un caillou dont il se servait pour casser des noyaux. Dès que quelqu'un approchait, le chimpanzé s'empressait de remettre dans la casserole l'objet qu'il tenait à la main et de le recouvrir d'un chiffon noir. Intrigué par les allures mystérieuses de son singe, M. B... s'arrangea de façon à le surveiller sans en être vu. Quel ne fut pas son étonnement le jour où il surprit Edgar en train de contempler ses traits dans un miroir qu'il avait fabriqué lui-même. Ce miroir se composait simplement d'un fragment de bouteille derrière lequel le chimpanzé appliquait le chiffon noir qui lui servait à recouvrir sa casserole. Le fait m'a été certifié par M. B... lui-même. Amené en France, le pauvre chimpanzé est mort alcoolique à la ménagerie du Muséum.

Il n'est nullement démontré que le Dryopithèque ait été un singe supérieur aux Anthropoïdes actuels et qu'il ait travaillé les silex tertiaires ci-dessus mentionnés. A plus forte raison n'est-il pas prouvé qu'il faille attribuer la taille de ces silex à un homme-singe dont on n'a retrouvé aucune trace en France ni en Portugal. Par élimination, on devrait donc les regarder comme

Fig. 3. — *Silex de Thenay* (d'après Gaudry).
Fig. 4. — *Eolithe* (d'après Rutot).
Fig. 5. — *Pseudo-éolithe* (d'après Boule).

ayant été façonnés par un être vraiment humain, s'ils ont été réellement travaillés intentionnellement.

Ici, la question se complique. G. de Mortillet faisait remonter les outils de pierre à peine ébauchés dont il s'agit à une période qu'il appelait *éolithique* et qui devait comprendre « tout ce qui se rapporte au Tertiaire ». Le nombre de ces outils était assez limité et la taille en était douteuse. Pour convaincre les récalcitrants, un géologue belge, M. Rutot, se mit à la recherche des *éolithes* et il en découvrit une quantité considérable. Ce savant, il est vrai, considère comme des outils primitifs des pierres présentant une forme naturelle et dont quelques éclats ont été détachés pour adapter, dit-il, ces pierres à l'usage auquel on les destinait (fig. 4). Il en a recueilli aussi bien dans des gisements quaternaires que dans des couches tertiaires. Toutefois, leur présence dans des assises antérieures au Quaternaire constituerait un puissant argument en faveur de l'existence de l'Homme tertiaire s'il était reconnu que les éclats des éolithes en ont été détachés intentionnellement ; malheureusement il n'en est rien. Il est

même démontré aujourd'hui que de simples chocs accidentels peuvent produire le même résultat que l'intervention humaine. Cette démonstration, nous la devons à un savant géologue et préhistorien, M. Laville, chef des travaux pratiques de Paléontologie à l'Ecole des Mines.

Au cours d'une excursion dans les environs de Paris, M. Laville découvrit dans un tas de cailloux provenant des malaxeurs de la fabrique de ciment de Guerville, près de Mantes, des silex (fig. 5) offrant toutes les apparences de ceux trouvés à Thenay, au Puy-Courny, à Otta, etc., et des éolithes de M. Rutot. Or, il s'agissait, sans le moindre doute, de rognons de silex de la craie qui, brassés dans les malaxeurs par des herses en fer, s'étaient entre-choqués pendant vingt-neuf heures et éclatés de mille manières. Le fait a été contrôlé par MM. Boule et Cartailhac. Le même phénomène doit fatalement se produire dans les cours d'eau torrentiels qui roulent une multitude de cailloux.

Sur cette question, qui passionne les spécialistes, l'Ethnographie peut-elle fournir aux Préhistoriens la solution du problème? Examinons les faits.

En Californie, notre regretté ami Chaplain-Duparc a observé des Indiens qui étaient encore à l'âge de pierre, et voici ce qu'il a constaté. Ces Indiens, qui connaissaient le polissage et étaient capables de confectionner des pointes de flèches à pédoncule et à barbelures aussi finement retouchées que nos plus belles pointes néolithiques, utilisaient néanmoins des éclats informes lorsqu'ils étaient très susceptibles de percer ou de couper. Parfois, ces éclats étaient très légèrement dégrossis au moyen de quelques coups de percuteur et ressemblaient alors étonnamment aux éolithes de Rutot.

En Touraine, j'ai vu un paysan qui, manquant de ficelle pour réparer un accident arrivé au harnais de son cheval et ayant oublié son couteau, s'empara de deux blocs de silex et, frappant l'un avec l'autre, se procura rapidement un éclat tranchant dont il se servit pour couper quelques branches d'osier. Cet outil improvisé ne portait aucune retouche.

Aux Canaries, en Syrie, on emploie toujours, pour égrener les céréales, le vieux *tribulum* composé d'épaisses planches garnies, à leur face inférieure, de nombreux éclats de pierre bruts.

En Australie, le progrès a été extrêmement lent sous tous les rapports. La flore, avec ses fougères arborescentes, la faune, avec ses marsupiaux et ses ornithorynques, offrent un aspect d'un autre âge. L'Homme lui-même a peu évolué, et c'est dans ce pays qu'on rencontre l'un des types les plus inférieurs de l'Humanité. Dans le Queensland vivent des familles extraordinairement arriérées, qui s'abritent dans des grottes ou sous les branches d'un arbre abattu qu'elles recouvrent de broussailles et d'herbage. Si certains indigènes sont capables de fabriquer des haches de pierre au moyen de la taille et parfois du polissage, le plus souvent ils se contentent, comme armes et comme outils, de branches, ou de pierres brutes. Celles-ci, fixées dans l'anse d'une liane recourbée ou assujetties à l'extrémité d'un manche au moyen de résine, constituent des massues (fig. 6). Le couteau est un simple éclat, sans retouches

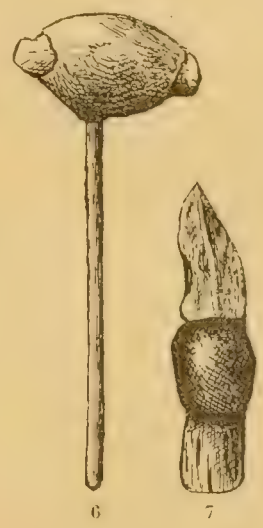


Fig. 6. — *Massue australienne formée de deux pierres brutes fixées par de la résine.*

Fig. 7. — *Couteau australien en pierre.*

(fig. 7). Le jour où le bois et la résine des massues australiennes auront disparu, on se trouvera en présence de vulgaires cailloux, dont rien n'indiquera la destination primitive.

Que conclure de tout cela? c'est que : 1° si les pseudo-éolithes de Guerville, une fois patinés par le temps, ne pourront être distingués des éolithes du géologue belge, il est impossible d'affirmer que ceux-ci sont l'œuvre d'un être intelligent; 2° du fait que des populations modernes, plus ou moins arriérées, font encore usage d'instruments de pierre aussi frustes — et même beaucoup plus frustes — que les éolithes, on n'a pas le droit de dire qu'aucun de ceux-ci n'a été utilisé par l'Homme ou par un précurseur des races humaines actuellement connues. Pour trancher la question de l'existence de l'Homme tertiaire, il faut posséder d'autres preuves plus concluantes que celles tirées des outils en pierre.

J'estime, pour ma part, que nous possédons déjà quelques-unes de ces preuves, sur lesquelles je ne saurais insister ici. Mais des enseignements

fournis par l'Ethnographie, il est permis de conjecturer que l'Homme primitif a dû se servir d'armes et d'outils de pierre à peine ébauchés, sinon entièrement bruts.

***

A deux autres points de vue, l'Ethnographie apporte à la Préhistoire des enseignements fort importants: elle montre à quelles erreurs s'exposent les archéologues qui ne tiennent compte que de la forme des instruments pour en établir l'âge; elle nous permet de déterminer l'usage d'objets dont la signification était parfois énigmatique.

On constate, chez certains Préhistoriens, une tendance fâcheuse à subdiviser les époques et à baser leur chronologie sur la morphologie seule des armes et des outils de pierre. Quelques légères différences dans la technique n'autorisent pas à déclarer que deux stations voisines sont d'époques différentes. A cet égard, les observations faites en Californie par Chaplain-Duparc sont des plus instructives. Celui des savants auxquels je fais allusion, qui aurait entre les mains une série des instruments fabriqués par le même Indien, y trouverait des types industriels s'échelonnant depuis les plus grossiers éolithes jusqu'aux pointes de flèches néolitiques les plus parfaites. Il ne faut pas oublier non plus que, dans la même population, deux ouvriers ont rarement une égale habileté professionnelle. Des réserves s'imposent plus impérieusement encore quand on envisage des localités et, à fortiori, des contrées différentes; c'est ce qu'avait fort bien compris Émile Cartailhac, quand il écrivait que la classification de G. de Mortillet s'appliquait « tout au plus à la Gaule » et qu'elle devait « varier suivant les pays ». Nous savons, enfin, que des types archaïques ont été reproduits à des époques récentes. J'ai récolté moi-même aux Canaries, dans une grotte qui a servi d'habitation au xve siècle, une hache en basalte du type de Saint-Acheul, et le même type est encore fabriqué de nos jours en Australie.

Au point de vue de l'utilisation des instruments en pierre, l'hésitation n'est guère permise. Les haches polies étaient emmanchées comme le sont celles des Néo-Calédoniens et de diverses peuplades modernes. D'ailleurs, dans les grottes néolithiques de la Marne, le baron J. de Baye en a recueilli des spécimens encore pourvus de leurs manches. Les couteaux devaient être également munis d'une emmanchure en bois ou en os, ou bien le talon en était recouvert d'une masse de fibres et de résine ainsi qu'on le voit en Australie. Il est curieux de constater que les pointes de flèches en silex — armes redoutables pouvant perforer le sternum après avoir traversé d'arrière en avant le corps d'un individu, ainsi que le démontre la fig. 2 — étaient parfois utilisées en guise de couteau ou de scie : dans le premier cas, un bord seul débordait du manche; dans le second cas plusieurs pointes étaient fixées dans une rainure creusée dans un morceau de bois, ne laissant déborder que leur extrémité. De telles scies, constituées par de simples éclats de silex, sont toujours en usage parmi les Australiens.

De petits blocs de pierre, généralement en grès, ou même de grands polissoirs montrent parfois des rainures étroites, à coupe semi-circulaire. Les observations faites chez les Indiens de Californie nous ont appris qu'ils servaient à dresser et à polir les hampes des flèches.

A l'époque magdalénienne ou âge du Renne, on rencontre, dans nos contrées, des grattoirs à tranchant convexe et épais (fig. 8), tout à fait

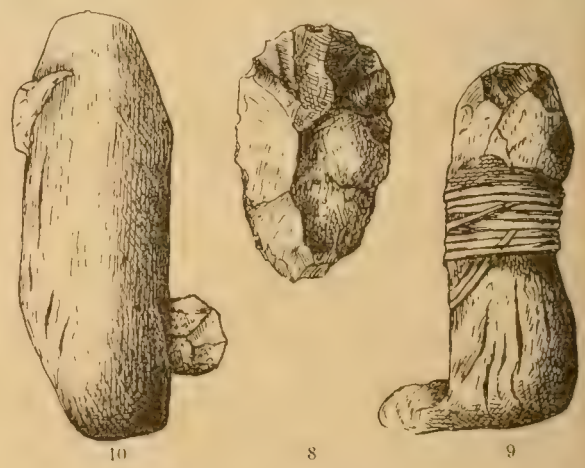


Fig. 8. — *Grattoir en silex de l'âge du Renne provenant de la Dordogne.*

Fig. 9. — *Grattoir emmanché des Esquimaux.*

Fig. 10. — *Rabot patagon garni de deux grattoirs en quartz.*

analogues à ceux dont se servent actuellement les Esquimaux, qui les munissent d'un manche (fig. 9). Les Patagons en garnissent de très curieux rabots en bois (fig. 10). Les perçoirs de la même époque étaient naguère employés par les Cliff-Dwellers du Nouveau Mexique et de l'Arizona pour armer leurs drilles, et les Indiens de Californie les tiennent directement à la main, après en avoir garni le talon d'une masse de résine.

A la même époque, les instruments en os ou en bois de renne étaient fort abondants; ce sont des harpons, barbelés tantôt d'un seul côté, tantôt sur les deux bords, qui sont identiques à ceux usités de nos jours par des populations boréales.

Les poinçons en os, les aiguilles percées d'un chas se rètrouvent chez maintes populations modernes.

Dans des grottes de la Charente, de la Vézère, des Pyrénées, de la Suisse, etc., on a découvert des bâtonnets en bois de Renne, décorés de gravures ou de sculptures en demi-bosse et munis d'un crochet vers une extrémité, dont on ne comprenait pas l'usage. Les voyageurs ont recueilli des objets entièrement comparables au Pérou, en Équateur, en Colombie, au Mexique, et les chroniqueurs nous disent qu'ils servaient aux indigènes de propulseurs pour lancer leurs traits. Le Dr Rivet en a rapporté de la République de l'Équateur de beaux exemplaires, qui étaient recouverts de lamelles d'or. Ces propulseurs sont encore employés par des peuplades de l'Amazone, par les Esquimaux, par les Australiens.

Le racloir moustérien sert aux Esquimaux de l'Alaska à préparer les peaux et à polir des objets en os.

L'Ethnographie a démontré que l'instrument grossier, à extrémités épaisses, désigné sous le nom de hache du type de Saint-Acheul était une massue plutôt qu'une hache. On lui soupçonnait cet usage, ce qui l'avait fait qualifier de coup-de-poing, mais les populations modernes qui l'emploient le pourvoient toutes d'un manche.

En résumé, il n'est guère d'instruments découverts dans nos stations préhistoriques qui n'aient leurs analogues, de nos jours, chez des peuplades arriérées. L'usage qu'en font aujourd'hui ces peuplades nous renseigne sur celui qu'ont dû en faire nos ancêtres.

Il n'est pas jusqu'à l'art si intéressant de l'âge du Renne qui n'ait actuellement son similaire. Pour ne pas allonger démesurément cette notice, je me bornerai à signaler les peintures rupestres des Boschimans, des Hottentots, des Californiens, des Australiens, les gravures et les sculptures en ivoire de morse des Esquimaux et des Tchoutchis. Nous savons déjà que les petites figurines en ivoire de morse constituent de véritable talismans pour les chefs tchoutchis, qui les portent sur leurs chapeaux de bois, et il n'est pas illogique de considérer comme des amulettes les figurines analogues découvertes par Alphonse Milne-Edwards dans la grotte de Lourdes.

L'Ethnographie comparée pourrait nous fournir beaucoup d'indications sur les coutumes et les croyances de nos ancêtres préhistoriques. Ainsi la coloration au moyen d'ocre rouge de certains ossements de nos cavernes quaternaires dénote un rite funéraire qui n'a pas complètement disparu. Mais pour traiter le sujet dans toute son ampleur il faudrait écrire un volume. Je me contenterai donc, en terminant, de quelques brèves considérations sur le degré de culture des vieilles populations de l'Europe occidentale.

L'Homme des premiers temps quaternaires ne surpassait pas, au point de vue industriel, l'Australien le plus arriéré d'aujourd'hui.

A la fin du Pléistocène, nos ancêtres étaient parvenus à un degré de civilisation comparable à celui qu'ont atteint de nos jours diverses populations boréales.

Nos peuplades néolithiques peuvent être comparées à maintes populations modernes mi-pastorales, mi-agricoles, sédentaires et possédant déjà une véritable organisation sociale. Groupées en villages et même en cités importantes, elles se contruisaient parfois des habitations sur pilotis pour se protéger contre l'humidité, contre les animaux dangereux ou contre des ennemis, comme le font encore quelques pêcheurs d'Europe et maintes peuplades de l'Indochine, du golfe de Guinée, de l'Amérique du Sud et de la Nouvelle-Guinée. C'est évidemment d'un ancien village lacustre des Cantabres que provenaient les douze haches en pierre polie de Galba.

Par l'étude de l'Ethnographie comparée, nous voyons se confirmer la loi du progrès; malgré les accidents qui en entravent momentanément la marche, elle a toujours régi et régira toujours le monde. En vertu de cette loi, il est permis de prédire à l'Humanité future le plus brillant avenir, à la condition que le civilisé renonce à la conception de l'Australien du Queensland, pour qui la force prime toujours le droit.

Dr Verneau,

Professeur d'Anthropologie au Muséum national d'Histoire naturelle et à l'Institut de Paléontologie humaine, Conservateur du Musée d'Ethnographie.

LA DÉMONSTRATION SCIENTIFIQUE

DEUXIÈME PARTIE[1]

La Physique

Un examen sommaire des théories de la Physique proprement dite confirmera et précisera les conclusions qui précèdent.

N'employons pas ici les termes généraux de cartésiens, de newtoniens,... parce qu'avec ces grands mots nous pourrions introduire des idées métaphysiques, c'est-à-dire embrouiller infailliblement une discussion scientifique, déjà bien assez délicate.

Quelques cas particuliers, s'ils sont bien choisis, suffisent pour marquer très visiblement les divergences notables des diverses doctrines scientifiques.

Comment Lord Kelvin (Sir W. Thomson) comprenait-il la Physique ? « Si je puis faire un modèle mécanique — disait-il, je comprends; tant que je ne puis faire un modèle mécanique, je ne comprends pas. » Pour Lord Kelvin, la matière est discontinue et chaque molécule est un petit monde comprenant des ressorts, des leviers, des poulies, des courroies, des toupies, etc.

Maxwell, un Anglais également illustre, a développé magnifiquement l'Electrodynamique d'Ampère, celle des corps conducteurs, en fondant l'Electrodynamique des diélectriques. Et quelle était la nature du génie de J. Clerk Maxwell ? Assurément possédait-il des notions dont il n'a pas daigné nous faire part, car sa doctrine, en apparence, consisterait uniquement en un jeu analytique d'équations. Duhem lui a reproché, avec une âpreté exagérée, son incohérence logique, défaut plus apparent que réel. Hertz regardait les « équations de Maxwell » comme des postulats, des *définitions*, et, certes, cette conception n'a pas été, pour son génie, une entrave, puisque Hertz a réalisé, 20 ans après la Théorie, les courants de déplacement prévus par Maxwell.

A Lord Kelvin, à Clerk Maxwell, Duhem a toujours, très systématiquement, opposé Helmholtz, le profond savant allemand, dont l'idée maîtresse, semble-t-il, était d'introduire, peu à peu, les nombres, correspondant aux phénomènes physiques, dans les *formes analytiques* de la Mécanique, élargies, assouplies, adaptées. Avec Helmholtz, l'électricité entre dans les cadres classiques de la Mécanique : la Conservation de l'Energie, le principe de la moindre action, le principe de la stabilité de l'équilibre, etc.

Cette grande voie romaine, unie, large, rectiligne, majestueuse, plaisait infiniment à Duhem qui, sur les fondations posées par Gibbs, par Helmholtz, bâtissait son *Energétique*, comme classification substituée au chaos des faits.

Duhem a toujours défini la science comme étant classification logique et mathématique.

C'est, peut-être, comme conception, ce qui nous diviserait le moins ? C'est, je crois, la conception la plus *positive*, la moins *exclusive*.

Duhem n'aimait pas la méthode des atomistes, je veux dire l'emploi systématique du « modèle mécanique ».

Henri Poincaré, d'ailleurs, a fait de la vieille question de « l'explication mécanique des phénomènes » une critique pénétrante, et il a mis en relief l'indétermination de la méthode du modèle mécanique, quant à l'ultime interprétation des faits.

« S'il est oiseux, disait-il [1], de chercher à se représenter dans tous ses détails le mécanisme des phénomènes électriques, il est très important au contraire de montrer que ces phénomènes obéissent aux lois générales de la Mécanique.

« Ces lois, en effet, sont indépendantes du mécanisme particulier auquel elles s'appliquent. Elles doivent se retrouver invariables à travers la diversité des apparences. Si les phénomènes électriques y échappaient, on devrait renoncer à tout espoir d'explication mécanique. S'ils y obéissent, la possibilité de cette explication est certaine, et on n'est arrêté que par la difficulté de choisir entre toutes les solutions que le problème comporte. »

Si l'on tient *une* explication mécanique, on en tient *une infinité*.

Cette observation n'est pas de nature à décourager les savants de l'école atomiste moderne. Leurs succès récents et admirables sont connus et eussent fini par déconcerter Duhem, dont le grand esprit était exclusif.

Mais l'*électron* est, peut-être, un modèle mécanique, plutôt qu'un « Système du Monde »!

De même qu'il y a plusieurs Géométries, de même il existe plusieurs Physiques rationnellement acceptables, aujourd'hui. Il y a un choix, au départ; je ne dis pas : « une fantaisie ». Il y

1. Voir la première partie dans la *Revue générale des Sciences* du 30 avril 1922.

1. La théorie de Maxwell et les oscillations hertziennes, chez Gauthier-Villars (collection *Scientia*).

a même de l'arbitraire dans l'organisation de toute théorie.

Lorsque nous obtenons une « Physique mathématique », ne soyons pas dupes : la démonstration « more geometrico » n'est logique, ou mathématique, que *dans sa forme*, puisque l'on n'a atteint un exposé cohérent qu'en rejetant toutes les questions *épineuses* dans les notions primitives, *principes*, *postulats* ou *définitions*.

Par suite, toute théorie physique constitue *un bloc*. Duhem l'a vu si clairement, lui qui disait : « la Physique n'est pas une machine qui se laisse démonter; on ne peut pas essayer chaque pièce isolément... »

Dans la Mécanique classique, la critique partielle d'un élément risque de tomber à faux, si elle ne tient pas compte de toute la doctrine classique, des données empruntées à la Géométrie, des données astronomiques fixant les axes de référence et le temps, des instruments employés, des erreurs d'observation, etc., etc.

S'il faut préciser davantage et donner un exemple, je choisirai le *Principe de l'Inertie* : « Par rapport à trois axes de coordonnées absolument *fixes*, un point matériel *isolé*, soustrait à une influence, aura une *accélération nulle* », — et cette accélération reste nulle par rapport à un trièdre quelconque, en translation rectiligne et uniforme par rapport au trièdre fixe.

Enoncé un peu obscur, et pour beaucoup de raisons.

Le point matériel est une fiction, ou une approximation. Jamais nous ne verrons une masse isolée, indépendante de tout l'Univers. L'espace absolu, des axes absolus, savons-nous ce que c'est? Est-ce concevable, scientifiquement ?

Et le temps absolu, qui sert à mesurer les vitesses, d'où le tirons-nous ?

C'est l'Astronomie qui nous donne « le temps ».

C'est la Mécanique céleste — une fois faite — qui nous fournit des axes *privilégiés*, pouvant jouer le rôle d'axes absolus. Et alors, l'ensemble de la Mécanique classique se tient debout. Mais c'est une *construction* ?

Nous partons de définitions partielles, hypothétiques, aussi bien faites que possible, suggérées par l'expérience, soutenues par le succès de la Théorie; mais *la définition totale*, véritable, ne se trouvera-t-elle pas au terme de l'évolution, au terme d'une *évolution* qui aura *réussi* ?

J'aperçois bien d'excellentes *démonstrations partielles*, *fragmentaires*, des chapitres très bien faits; mais dire, en général, en totalité, que la théorie « more geometrico » démontre ou explique les faits, c'est admettre que les bases, les *définitions* sont parfaites ?

Il n'en est rien, ni pour le temps, ni pour la masse, ni pour l'inertie, même dans l'ordre de grandeur des approximations de la Mécanique classique.

Par contre, un réseau serré de concordances, d'admirables réussites, maintient l'édifice.

Nous ne doutons aucunement de la limpidité, de la véracité des transformations mathématiques, mais il est très difficile de posséder des *définitions suffisantes* et de ne pas poser des *postulats inconscients*, même dans la Géométrie, *a fortiori* dans la Physique.

Dans ces conditions, la notion de démonstration ne s'évanouit-elle pas, dans la Physique, au moment où l'on croit la tenir?

On peut bien ergoter indéfiniment sur ce terme : « démonstration scientifique », mais je ne l'accepterais que dans le cas d'un schème unique s'imposant absolument et clairement.

Si la notion de démonstration analytique est un peu dissociée par des considérations analogues à celles qui viennent d'être exposées, ne faut-il pas dire, plutôt, que l'on fait, dans la Physique, une *construction synthétique*, par une lente et pénible *adaptation* de l'esprit aux choses de la Nature.

La théorie physique est un organisme vivant, qui lutte. L'œuvre scientifique ressemble à l'*œuvre d'art*[1].

Œuvre d'art, parce que l'inventeur est un artiste, parce que la définition bien faite est une création — et nous savons la charge que portent *les définitions*, dans la Science rationnelle.

Tous les savants, en construisant leurs théories, recherchent une interprétation ou une image des faits expérimentaux, juste, exacte, simple, commode, féconde, efficace. Chacun désire un langage clair, impersonnel, bien ordonné. Tout cela se réalise, approximativement, de plusieurs façons, parce que chacun a ses tendances propres.

En présence de cette variété de théories, à peu près équivalentes, si nous avons renoncé à voir dans l'une d'elles une *démonstration* proprement dite, une explication complète et définitive, nous chercherons une *échelle des valeurs*, pour juger les théories diverses.

Lorsque nous sortons du domaine restreint de la Logique formelle et de la Démonstration mathématique proprement dite (où il y a, déjà, bien plus que de la *Logique statique*), — il nous faut des critères de valeur.

1. J'ai soutenu cette opinion, avec beaucoup de candeur, dans la *Revue des Deux Mondes* du 15 janvier 1900. Je retrouve, involontairement, aujourd'hui, cette idée — avec un peu moins de candeur, je l'espère!

C'est une tendance invincible, pour un esprit vigoureux, que d'établir une échelle des valeurs de ses actes, et du labeur d'autrui, dans tous les ordres.

On sait l'aventure mémorable de Taine[1], qui, parti sans préjugé, pour visiter les Musées de l'Italie et des Pays-Bas, revint avec son critère : le degré de bienfaisance du caractère de l'œuvre d'art !

Tout naturellement, dans la Science Rationnelle, si nous n'avons pas trouvé une démonstration proprement dite, nous chercherons un jugement de valeur.

Et telle est la raison pour laquelle les savants ne sont pas toujours en complet accord : leurs échelles de valeurs ne sont pas identiques. Leurs critères de valeur ne sont pas les mêmes, chacun ayant en vue, dans la Science, quelque caractère, à ses yeux, essentiel, dominateur, qu'il veut mettre en relief. L'un, par exemple, recherche les modèles mécaniques; l'autre, les formes de la Mécanique analytique; un troisième, des formes analytiques quelconques, sans aucun souci de leur origine, etc., etc.

Tous les critères de valeur ne sont pas identiques, parce qu'il est bien difficile, qu'on le veuille ou non, de n'avoir pas quelque parti pris, plus ou moins conscient.

Tout homme qui réfléchit a sa Philosophie, sa méthode. Notre jugement, sur la valeur d'une théorie scientifique, dépend de notre philosophie. Il faut que cette philosophie soit positive, inspirée par un esprit de méthode, d'observation, de réflexion, sans préjugé. Sinon, en jugeant la science d'un point de vue qui n'est pas le sien, nous ne ferons qu'embrouiller la discussion, dans notre for intérieur, et nous aggraverons, sans doute, les désaccords entre les théoriciens.

Alors même que les savants entendent rester sur le terrain ferme de la science positive, il existe, entre eux, des divergences d'interprétation. Il y a, dans la construction scientifique, plus d'un choix à faire, choix de faits, choix de méthodes, choix de buts. Le choix d'un théoricien sera déterminé par quelque *caractère* qui se trouve, à ses yeux, légitimement *dominateur*, tandis qu'un autre physicien jugera *secondaire* ce même caractère.

Et lequel des deux savants cédera-t-il ? Aucun, peut-être !

Si la théorie physique est une construction, que nous voulons simple[2], féconde, efficace, harmonieuse, deux théories peuvent avoir pour charpente des blocs d'hypothèses, en contradiction l'un avec l'autre, et cependant les deux théories peuvent être valables, comme traduction d'un même groupe de faits.

« Le principe de contradiction, dit Pierre Duhem[1] peut juger sans appel du *vrai* et du *faux* ; il n'a aucun pouvoir pour décider de l'*utile* et de l'*inutile*. » L'œuvre de science ressemble à l'œuvre d'art et aux organismes vivants. La volonté d'existence de la Science, son élan vital deviennent facilement comme un « impérialisme », lorsqu'un savant entend faire, du caractère dominateur adopté ou trouvé par lui, un principe unique, une norme universelle. C'est ainsi que tout « monisme » est une manière d'« impérialisme », ou un impérialisme en puissance.

En général, un équilibre moyen et provisoire s'établit, peu à peu, entre tous les impérialismes d'idées, soufflant aux quatre coins de l'horizon.

C'est cet équilibre moyen et temporaire qui, à la longue, crée « le bon sens moyen de l'humanité, où Descartes mettait le fondement de la certitude, et qui était, pour lui, le trait d'union entre notre pensée et le réel [2] ».

Einstein et l'Espace-Temps

J'ai posé beaucoup de questions, sur la science ; j'ai vaguement dessiné le plan d'une solution et, peut-être, ai-je laissé paraître un de ces partipris, d'ordre philosophique, que je condamne ?

Néanmoins c'est dans ce mouvement d'idées, dans cette ambiance que je vais me placer, pour examiner le point de départ d'Einstein[3].

La relativité restreinte

Dans son exposé élémentaire qui est si séduisant, Einstein remarque d'abord que le Principe d'Inertie, de Newton et de Galilée, « peut certainement s'appliquer très approximativement aux étoiles fixes ».

Il appelle système de coordonnées de Galilée ou « système de Galilée » trois axes de référence relativement auxquels « les étoiles fixes ne sont pas animées de mouvements circulaires ».

1. Philosophie de l'art, 2 vol. chez Hachette.

2. Henri Poincaré employait le mot *commode* et il en a abusé, car, pour lui, en certains cas, « commode » voulait dire : indispensable, impossibilité pratique de faire autrement. La forme est un peu paradoxale, dans ses écrits philosophiques, mais son scepticisme n'était qu'une apparence.

1. Notice sur ses titres et travaux scientifiques, Bordeaux, Imp. Gounouilhou, 1913.

Il demeure bien entendu que l'on peut employer, parallèlement, *deux* théories essentiellement différentes, et même *opposées*, mais qu'à aucun moment on ne se permettra d'en faire un *mélange* ; ce serait incohérent et absurde.

2. Emile Picard : La Théorie de la Relativité, p. 27.

3. Einstein : La Théorie de la Relativité restreinte et généralisée, trad. par Mlle J. Rouvière, préface de M. E. Borel, chez Gauthier-Villars, 1921.

Et tout système, ayant une translation rectiligne et uniforme par rapport à un système de Galilée, est aussi un système de Galilée, c'est-à-dire que le principe de l'Inertie reste valable pour le second système en translation uniforme par rapport au premier. Telle est la forme classique de la notion de *relativité*.

Einstein généralise, en posant son postulat, dit *Principe de relativité restreinte* [1] : les phénomènes naturels suivent *les mêmes lois*, quel que soit le système de Galilée pris comme système de référence. La *vitesse de la lumière*, par exemple, est invariablement *la même*.

Considérons maintenant le théorème de la Cinématique classique sur « la composition des vitesses », qui repose, en particulier, sur la notion commune de *temps absolu*.

Avant toute réflexion, scientifique ou philosophique, il nous semble que le « temps » est un câble, infini dans les deux sens, auquel l'Univers est suspendu, glissant le long de la corde, toujours dans le même sens. Et deux phénomènes simultanés correspondraient à un seul et même point géométrique sur ce câble, support du Monde.

Précisons, avec Einstein. Regardons une voie ferrée rectiligne, sur laquelle un train marche, à la vitesse constante v, et lançons un rayon lumineux, le long de la voie, dans le même sens que le train. La vitesse uniforme de propagation du rayon lumineux sera c (dans le vide, $c = 300.000$ kilom. par sec.). Les vitesses c et v sont mesurées sur la voie, système de référence primitif.

D'après la Cinématique classique, la vitesse de propagation du rayon lumineux par rapport au wagon, *second* système de référence, sera $w = c - v$. Généralement, pratiquement, v est si petit, par rapport à c, que c'est un nombre négligeable ; mais telle n'est pas la question. Aux yeux de la science classique, w et c sont deux nombres différents, résultat en contradiction avec le Principe de la Relativité — principe posé, non point par un décret de fantaisie, *principe inspiré* par toute l'Electrodynamique de l'illustre Lorentz, « qui a comme conséquence inévitable la loi de la constance de la vitesse de la lumière dans le vide », — *principe en harmonie* avec l'expérience de Michelson [2].

Et nous sommes à un carrefour.

Il faut, ou bien abandonner *la loi simple* de propagation de la lumière, ou bien renoncer au *Principe de la Relativité*. Nous l'avons bien vu : la Théorie physique n'est pas une machine dont on remplace aisément un organe partiel, dès que l'on entend un grincement. L'expérience de Michelson mettait les savants devant une *énigme*.

Einstein en a fait sortir une *doctrine*. Il se demande d'abord ce qu'est la *simultanéité* ?

Mettons-nous, dit-il, sur la voie ferrée, au point M, milieu de A B. Les points A et B, sur la voie, reçoivent la foudre en même temps, au temps t ; les deux éclairs sont simultanés. Ceci signifie, scientifiquement, dit Einstein, que, placé en M, avec deux miroirs à 90°, un observateur verra simultanément les éclairs A et B, au temps $t + \Theta$. Telle sera la *définition* de la simultanéité. Elle suppose que nous pouvons mesurer la position de M, *milieu* d'une droite A B.

D'une manière générale [1], nous poserons cette *définition* :

Plaçons des miroirs en A et en B et, au point P, lançons un signal lumineux. S'il revient, en même temps, en P, après réflexion en A, et après réflexion en B, on dira que P est équidistant de A et de B.

Voici, d'ores et déjà, deux définitions posées, en vue d'une *construction nouvelle*.

Maintenant, supposons le train en mouvement sur la voie, et soit M' la position d'un voyageur, dans le train, qui coïncide avec le point M, sur la voie, à l'instant t de la production des éclairs. Comme M' se rapproche de B, en s'éloignant de A, le voyageur verrait l'éclair B un peu avant l'éclair A, si le mécanisme de sa vision était assez rapide.

Einstein conclut que « des événements simultanés par rapport à la voie ne le sont plus par rapport au train », et que « chaque système de référence géométrique a son temps propre ». Il dénonce, dans la Physique, un gros *postulat implicite, inexprimé*, ou inconscient, sur le temps absolu, c'est-à-dire indépendant du mouvement du système de référence, « hypothèse incompatible avec la définition de la simultanéité », avec la définition « optique » de la simultanéité, d'Einstein.

On peut immédiatement donner d'autres exemples montrant que notre notion commune du « temps » est floue.

Pour avoir des chiffres simples, prenons un cas extraordinaire, en remarquant que le fond subsiste avec des données très réalisables.

Pierre fait, sur la Tour Eiffel, un signal lumineux, qui commence au temps t et finit, chronomètre en main, au temps $t + 2$, en secondes.

Paul se trouve, en avion, sur la verticale du signal, à 300 kilomètres, avec un chronomètre identique. Pour lui, le signal commence à l'ins-

1. Livre cité, page 11.
2. EINSTEIN : Livre cité, pages 17 et 45.

1. E. PICARD : brochure citée, p. 8.

tant $t + 1$ millième. Paul, instantanément, fait un signal lumineux, pour dire qu'il descend, et il se lance avec une vitesse immense, pour arriver à la Tour Eiffel, quand le feu s'éteint. Pour Paul, le feu n'a pas *duré* 2 secondes.

Et, pour Pierre, la durée du trajet de Paul est moindre que pour l'exécutant. Il faut donc s'entendre sur *la définition du temps* !

Il y a longtemps que l'on discute, *a priori*, sur le *Temps* et sur l'*Espace*, mais lorsque la discussion prend une tournure positive, scientifique, on découvre que ni le temps ni l'espace ne sont des objets donnés *tout nus*, indépendamment des choses qui les remplissent.

Les définitions communes du temps et de la distance ne permettant pas, en particulier, de comprendre aisément l'expérience célèbre de Michelson, Einstein suggère une revision sévère des anciens postulats, et il propose les siens, qui constituent une *nouvelle définition provisoire*.

Il est obligé de sacrifier ces deux données du sens commun, il rejette ces deux axiomes :

1° « L'intervalle de temps qui sépare deux événements est indépendant de l'état de mouvement du système de référence. »

2° « La distance, dans l'espace, de deux points d'un corps solide est indépendante de l'état de mouvement du système de référence. »

Et nous avons vu comment on peut définir la simultanéité, dans un système de corps Σ, fixe ou mobile, et l'égalité des distances sans déplacer des étalons de mesure, ce qui créerait une contradiction. Dans le système Σ, nous réglons les chronomètres d'après la Simultanéité, bien définie. Si un signal optique, dit M. Picard[1], « partant de A au temps zéro, y revient au temps t, après réflexion en B, l'horloge en ce dernier point devra marquer l'heure $\frac{t}{2}$ quand arrivera le signal lancé par A ».

Puis on prendra : pour unité de longueur « par exemple la longueur d'onde d'une radiation déterminée, émise par une source rattachée à Σ, et pour unité de temps la période correspondant à cette onde ».

Pour obtenir la longueur d'onde, on se sert de vis micrométriques, de glaces à faces parallèles, de blocs de verre parallèles, de microscopes, etc.

Il faut avoir une radiation monochromatique : cycle d'opérations complexes, contenant, peut-être, des cercles vicieux, pratiquement éliminés par les concordances d'expériences nombreuses!

On ne peut s'empêcher d'observer qu'ici la classification rationnelle n'est pas encore faite.

1. E. Picard : brochure citée, p. 8 et 9.

La découverte d'abord ! Oui — mais notre instinct scientifique réclame des schèmes bien ordonnés, et je ne crois pas que cette exigence soit nécessairement la marque d'une inféconde subtilité.

En attendant la clarté du plein jour, après les lueurs de l'aurore, nous discernons la possibilité de *définitions optiques* de la *distance* et des *temps*, dans un système Σ.

Peut-être ces définitions *nouvelles* exigent-elles une *chaîne d'approximations successives*, à partir des définitions, des mesures *ordinaires* ?

Admettons, avec Einstein, que nous possédons le temps et la distance, dans un système fixe σ, le temps et la distance, dans un système en translation uniforme S (voie et train).

Chaque système est un monde fermé, par hypothèse. Et alors, comment passerons-nous du temps et de la longueur, dans un système, au temps et à la longueur, dans l'autre ? Comment faire la comparaison ?

Opération *intellectuelle* ! Nous nous trouvons devant deux mondes qui peuvent être dépourvus de fenêtres... en outre, nous ne pouvons passer de l'un à l'autre, avec armes et bagages, sans courir le risque — d'après nos définitions — d'altérer notre matériel. Par suite, cette comparaison, Einstein la fait, en revenant à son problème, au dilemme : « Peut-on imaginer une relation entre la position et le temps d'un événement, par rapport à deux systèmes de référence, telle que tout rayon lumineux possède la *même vitesse* de propagation c, par rapport à la voie et par rapport au train ? »

Einstein résout aisément l'énigme, par la transformation de Lorentz, dont les équations se déduisent du Postulat de l'invariabilité de la vitesse de la lumière c, quelle que soit la translation, rectiligne et uniforme, de l'observateur.

Soit Ox un axe dans le système fixe σ (la voie ferrée) ; soit ΩX un axe dans le système en translation rectiligne et uniforme S (le train) ; ΩX glisse sur Ox avec la vitesse constante v. Puisqu'il existe, par définition, un *temps local*, on peut dire qu'un point M a pour coordonnées x et t, dans le premier système, X et T, dans le deuxième[1].

Posant $r = \sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}$, on obtient :

$$(1) \qquad rX = x - vt, \; rT = t - \frac{vx}{c^2}$$

ou bien, d'une manière équivalente :

$$(2) \qquad rx = X + vT, \; rt = T + \frac{vX}{c^2}$$

1. Emile Picard : brochure citée, p. 10.

L'espace et le temps ne sont plus séparés et Einstein définit donc un nouveau continuum : l'espace-temps [1]. Nous n'avons plus une Cinématique séparée de la Géométrie, mais on retrouverait le point de vue classique, le temps isolé et l'espace isolé, en supposant que c est infini. On trouve alors $r = 1$ et les formules (1) et (2) se réduisent à :

$$X = x - vt, \quad T = t.$$

Bien entendu, pour nos vitesses usuelles, le rapport $v^2 : c^2$ est négligeable, et, pratiquement, le nombre r peut être confondu avec *un*. L'Art de l'Ingénieur [2] n'est pas, actuellement, atteint par la Mécanique d'Einstein ! Par contre, l'*électron* est conçu comme ayant un mouvement si rapide que, pour lui, le nombre r est différent de *un*.

On remarque, immédiatement, la *réciprocité* des systèmes d'équations (1) et (2) ; on peut échanger x et X, t et T, à condition de changer $+v$ en $-v$, ce qui revient à regarder ΩX comme fixe et Ox comme mobile, en translation par rapport à ΩX, avec la même vitesse relative. Toutes les apparences restent les mêmes, dans ces conditions.

Etudions les équations (1), (2).

Pierre est sur la voie ferrée (système σ) et voit, au temps t, 2 éclairs sur la voie, aux points d'abscisses x_1 et x_2. Au couple de valeurs $(x_1 t)$ correspond, pour le train (système S), le couple $(X_1\ T_1)$, et à $(x_2\ t)$ correspond de même $(X_2\ T_2)$. Les formules donnent :

$$r(X_2 - X_1) = x_2 - x_1.$$

Le train étant en mouvement, Pierre verra une distance *réduite*, sur le train. Si ce train porte, sur son axe, une règle graduée, Pierre verra toutes ses subdivisions réduites, dans *le même rapport*, *parallèlement* à la voie.

Si nous regardons le train, en translation, comme un monde clos, dans ce monde tout est raccourci pour Pierre, mais un voyageur, Paul, pourra ne pas prendre conscience de ce raccourcissement général parallèle à la voie. Henri Poincaré nous a habitués à ces exercices d'imagination, supposant seulement que les variations géométriques et cinématiques n'ont aucune répercussion physiologique. Supposons maintenant qu'à la queue du train ($X = 0$), Paul allume une lanterne, pendant l'intervalle de temps T, mesuré à l'horloge du train. Pierre, qui est sur la voie, lira, sur l'horloge de la voie, une durée t, plus longue que T, parce que les formules donnent : $rt = T$. Mais, les voyageurs du train n'ont cure des mesures de Pierre et peuvent conserver leurs temps à eux, leurs temps locaux (chaque point, sur l'axe du train, a son heure propre).

On ne peut aucunement, dira-t-on, se représenter tout cela qui contrarie toutes nos habitudes !

« Ma foi ! répond le relativiste, nous ne possédons pas davantage la représentation concrète d'une courbe sans tangente. Les formules (1), (2) résultent des postulats ou définitions d'Einstein. Il ne s'agit pas de chercher des images, plus ou moins trompeuses, mais bien de comparer le Schème d'Einstein aux phénomènes de la Physique. Quant au schème lui-même, il suffit qu'il ne contienne aucune contradiction interne, il suffit qu'il soit cohérent. Souhaitons qu'il soit efficace ! »

Le continuum espace-temps choque les notions classiques, mais l'expérience de Michelson les choque aussi.

Et, une fois de plus, notre attention se trouve attirée sur cette remarque :

Si, dans un monde fermé, des altérations se produisent, qui atteignent tout en bloc, — aux yeux d'un *étranger*, — ces variations, touchant *tout le milieu*, peuvent rester inaperçues par les habitants de ce monde isolé.

Retenons que le *schème d'Einstein* consiste essentiellement en des signes lumineux *instantanés* et perçus *instantanément*, au passage de l'onde, propagée à la vitesse constante c, *finie*, tandis que le sens commun paraît tenir cette vitesse pour *infinie*.

Dire que c est infini, c'est faire une première approximation, largement suffisante dans la Mécanique ordinaire, insuffisante dans la Mécanique des électrons.

Le *caractère dominateur* de la Relativité restreinte est l'invariabilité de la vitesse de la lumière quand on passe d'un système de coordonnées à un autre, en translation rectiligne et uniforme par rapport au premier.

Le *but dominant* consiste dans l'harmonie de la Mécanique ordinaire avec l'Electrodynamique, dans la subordination de la Mécanique classique aux conceptions électro-optiques.

On abandonnerait le temps absolu, les axes de référence absolus, ou privilégiés, les actions à distance instantanées de notre Mécanique céleste, etc., etc.

1. Minkowski, en 1908, 3 ans après Einstein, a mûri cette notion d'*espace-temps*. Son travail a été traduit dans les *Annales de l'Ecole Normale supérieure*, en 1909.

2. Il n'existe pas *deux* sciences, et le théoricien est tout aussi *réaliste* que l'ingénieur ; mais le théoricien, préoccupé de voir *le tout*, et le mieux possible, ne s'inquiète pas d'une réalisation à longue échéance, tandis que le praticien est pressé !

Telle est souvent la différence d'orientation qui existe entre la théorie et la pratique.

Encore faudrait-il savoir si l'on ne conserve pas — dans l'inconscient — une très grande partie de la mentalité *classique*, en construisant la Mécanique *relativiste*, et c'est bien probable :

« Natura non facit saltus. »

La connaissance de la Mécanique classique n'en serait que plus indispensable pour entendre la Mécanique d'Einstein ? La Mécanique classique reste notre base principale, notre première approximation. Si la théorie physique, même la théorie achevée, peut toujours susciter des critiques, étant non pas *démonstration*, explication, mais bien classification et *construction*, œuvre d'art — *a fortiori* peut-on, et doit-on critiquer une théorie en formation, comme celle de la Relativité d'Einstein.

Pour que cette théorie règne, d'une façon assez stable, il faudrait qu'elle fût, un jour, *tellement commode* qu'elle serait devenue *indispensable*. Quand on ne peut plus se passer d'une Doctrine, le sens commun la dit *vraie*. Nous n'en sommes pas à ce point ; il faut du « temps », au sens vulgaire de ce mot, beaucoup de « temps » Mais n'oublions pas que jamais une théorie scientifique n'aurait vécu si, dès sa naissance, elle avait été impitoyablement et systématiquement critiquée. Il y a bien quelques points obscurs, partout.

Devant la hardiesse prodigieuse d'Einstein, la critique, au visage ordinairement impassible, ne se détendra-t-elle pas et n'aura-t-elle pas un sourire de haute admiration ?

Je ne vois pas ce qui choquerait tant le *sens commun*, puisque le sens commun est le résidu intellectuel d'une accumulation d'expériences faites sur les *petites vitesses* qui sont nos vitesses usuelles. Pour ces petites vitesses, nous n'avons pas, pratiquement, à nous préoccuper des concepts d'Einstein ; nous conservons, pratiquement, notre Géométrie, séparée de la Cinématique.

Il s'agit de savoir s'il est avantageux ou nécessaire, pour les *grandes vitesses*, de fonder la Science exclusivement sur des *définitions optiques*. Cette réforme s'imposera-t-elle ?

Autour de l'inspiration, de la conception de cette réforme profonde, on voit scintiller la divine étincelle du Génie.

Je n'ai parlé que de la *Relativité restreinte* et j'ai omis, à dessein, la *Relativité généralisée*.

La relativité générale

Nous étions, par abstraction, en dehors de tout champ de gravitation ; entrons maintenant dans ce nouveau domaine [1].

On découpera le continuum espace-temps (pour abréger, disons : le continuum) en *cellules* à 4 dimensions, une dimension étant complexe (ou imaginaire) pour obtenir une image réaliste, pour distinguer l'office propre du temps.

On ne parlera guère de l'éther, tout se rapportant à cet espace, plus exactement, à ce continuum. Si nous voulons une représentation, uniquement pour donner un support au discours (nous ne sommes pas des esprits purs), imaginons nos cellules élémentaires limitées par de fines toiles d'araignée : la présence, en un point, de ce que nous nommons « matière » correspondra, *par définition*, à une *déformation* du continuum, comme si l'arrivée de la matière secouait notre subtil tissu de toiles d'araignée ! Tout point matériel *est* une *déformation du continuum*, qui cesse d'être galiléen, *euclidien* (il faut, absolument, consulter un ouvrage savant, sur cet objet).

Qu'advient-il maintenant ; comment jouent nos cellules ?

La masse du Soleil, par exemple, étant grande, *équivaut*, pour Einstein, à une modification des cellules, bien supérieure à la modification analogue au voisinage de la Terre. Quel rapport trouve-t-on entre ces deux défigurations ? D'après Einstein, un même corps, sur le Soleil, émettant des radiations, émettra les mêmes radiations que s'il était sur la Terre, dans les même conditions, MAIS avec une petite augmentation de la durée des vibrations. Par suite, en comparant les deux spectres, leurs raies, on constaterait ce qu'on nomme le « déplacement vers le rouge ».

Les physiciens font des *vérifications expérimentales*, difficiles, et qui semblent pouvoir réussir.

Poursuivons notre examen sommaire ; nous rencontrons le *Postulat essentiel* de la relativité généralisée :

« Les lois fondamentales de la Physique conservent la même forme, quel que soit le système de coordonnées choisi dans le continuum. »

Einstein en déduit ce résultat qu'un rayon lumineux sera réfracté par un champ de gravitation [1].

Pour suivre son idée, imaginons un observateur sur une planète de faible masse, voisine du Soleil, soumise à un champ de gravitation intense,

1. Pour se rendre compte de la nature des instruments mathématiques, employés dans ces théories physiques, il suffit d'ouvrir l'ouvrage fondamental de H. WEYL : *Temps, Espace, Matière*, traduction française (Blanchard, Paris, 1922).

1. Je ne veux pas oublier de citer 2 brochures bien intéressantes : G. CASTELNUOVO, dans la revue italienne « *Scientia* », vol. IX, en 1911. — T. LEVI-CIVITA, conférence faite à Rome, traduite dans l'*Enseignement mathématique*, 1920, n° 1.

de telle sorte que la courbure de sa trajectoire soit forte. Ce physicien étudie un rayon lumineux, venant d'une étoile. Si ce rayon était réellement *rectiligne*, pour un observateur éloigné, un observateur terrestre, il paraîtrait *curviligne* au *physicien* (entraîné dans un mouvement très courbé), qui ne pourrait aligner le signal lumineux sur une droite liée à *sa* planète. Si, au contraire, le physicien de la planète peut aligner le signal sur ses repères géodésiques, puisque les dits repères décrivent des orbites courbes, alors il faut conclure que le rayon lumineux est impressionné, aussi bien que la petite planète, par le champ solaire. On dira que la lumière est *pesante*, ou encore que le champ de gravitation du Soleil équivaut à un *milieu réfringent* spécial.

Dans ces conditions, le physicien de la petite planète ne pourra jamais, par ce procédé optique, déceler le mouvement propre de sa planète. Au contraire, nos astronomes attendent de nouvelles *vérifications*, au sujet de la déviation des rayons venant d'une étoile et passant près du Soleil. Les premières vérifications paraissent satisfaisantes [1], mais il s'agit de nombres très petits, qu'on n'accroche pas aisément. Cela impose une grande prudence, qui n'est pas nécessairement scepticisme.

On ne parlerait plus de la gravité comme force attirante, on regarderait maintenant un corps, dans un champ de gravitation, comme libre, mais se mouvant dans un continuum déformé par rapport à sa situation antérieure, en l'absence de tout champ de gravitation. L'existence d'une grosse masse solaire est synonyme de déformation du réseau des cellules et le champ solaire *crée*, ipso facto, la trajectoire de la planète, l'orbite curviligne du rayon lumineux, les déformations des instruments, de notre rétine. En un mot, tout, globalement, est déformé comme une masse gélatineuse et nous, habitants de la planète, restons *inconscients* de cette défiguration intégrale. Un étranger éloigné, au contraire, verra ou mesurera ces déformations. On voit ce que signifie *l'indifférence du système de référence :* le système de référence d'Einstein est un *mollusque;* telle est sa propre expression.

Pour que ce point de vue, parfaitement nouveau, ne demeure pas un élan d'imagination stérile, sans valeur scientifique, il a fallu le transformer en un schème mathématique et Einstein y est arrivé, grâce à une imagination puissante, qui a su trouver, dans la géométrie de Gauss et de Riemann, un outil fondamental.

1. Mission du savant anglais Eddington, dont l'ouvrage, traduit par J. Rossignol, est bien connu : *Espace, Temps, Gravitation* (Hermann, 1921).

Tout champ de force sera analogue à un champ de gravitation ; ce sera une *déformation des cellules*, que nous imaginons tissées par des araignées, pour marquer la mobilité, la fluidité essentielle du continuum espace-temps.

Einstein met toute la Physique sur ce tissu léger, support de 4 variables x, y, z, it, ou de 4 autres variables, dans un autre repérage.

Ces 4 paramètres sont soumis à des opérations mathématiques savantes [1] et il est indispensable, pour être exactement renseigné, d'être géomètre, et de l'être complètement.

Effort gigantesque, aujourd'hui espérance, plus que pleine réalisation ! Notre admiration ne demande qu'à se muer en adhésion complète, mais il est, peut-être, prudent de repousser la grande tentation de faire, dès maintenant, un nouveau « Système du monde ».

Nous sommes des raccourcis d'atome, pour parler comme Pascal ! Nos moyens sont limités, pour parler la langue précise de la science ! Ayons conscience des bornes que l'on ne dépasse que par un dévergondage d'imagination.

L'instinct averti du physicien pourra demander des limitations au jeu, parfois libre, du géomètre : grande est *la variété des formes* que nous offre Einstein. C'est l'aurore ; l'aurore est riche et si nous souhaitons de posséder une Physique plus unie et plus une, ce qui ne manquerait pas d'accroître notre empire sur les forces naturelles, suivons, avec le plus vif intérêt, ceux qui osent tenter une synthèse nouvelle.

Les philosophes remarqueront la méthode d'Einstein [2].

Il ne greffe pas une branche sur le vieil arbre de la science, mais, conduit par une idée, il creuse le sol, pour atteindre les racines profondes et il modifie les *axiomes les plus primitifs*. Il unit habilement les *variables fondamentales réelles* de la Mécanique, l'*espace* et le *temps*, *mesurés par le physicien*, et il voit tout, désormais, dans un *nouveau milieu*, dans les cellules du *continuum*. Il imagine un *jeu varié* de *déformations* du réseau des cellules et, comme conclusion, le physicien doit prendre son microscope, et l'astronome doit chercher, dans sa lunette, des objets réels, des choses possibles [3].

Conclusion. — La méthode est remarquable, et il est probable qu'un progrès sensible doit,

1. Voir l'excellent résumé de Léon Bloch, dans la *Revue gén. des Sciences* du 15 janvier 1921.

2. Je fais allusion, en particulier, à M. Le Roy et à tous ceux qui ont soutenu des discussions si intéressantes, il y a quelques années, à la Société française de Philosophie.

3. Les ignorants, seuls, verront, dans le schème d'Einstein, des fantômes et des chimères, ou bien il faut dire que l'*infiniment petit* est un fantôme ! Einstein part du *réel mesuré*, et aboutit à du *réel mesurable*. Que veut-on de plus ?

en général, surgir d'une *revision intégrale* des postulats, plutôt que d'une timide *revision partielle*.

Mais il y a, ne l'oublions jamais, un *piège* sous chacun de nos pas, lorsque nous étudions ces théories : souvent, par routine, nous insérons (sans en prendre conscience), dans la Mécanique nouvelle, un postulat de l'ancienne. Et alors, infailliblement, on est pris, plus loin, par la contradiction que l'on avait semée, tout naïvement. Il est toujours difficile de passer d'un système de concepts à un autre ; les mots changent de sens, les représentations de l'imagination changent de forme, le dynamisme interne de la pensée n'est plus le même !

Je crois, d'ailleurs, que les savants qui refuseront la nouvelle Mécanique tireront cependant profit des discussions actuelles, pour mieux comprendre la Mécanique classique, pour mieux savoir ce qu'elle renferme d'essentiel...cette Mécanique classique qui demeure, pour tous, la première approximation, pour beaucoup, la seule technique immédiatement pratique.

J'espère avoir fourni quelques éléments utiles pour une discussion complète et serrée, qui est infiniment difficile[1].

Vouloir reconstruire tout l'Univers avec des ds^2, n'est-ce point, prise sur le vif, une tendance « impérialiste »... si ce mot n'est pas un peu gros ?

N'est-ce point aussi une tendance vers le jeu des idées, vers la *spéculation* pure, instinct naturel du mathématicien, mais qui effraie un peu, chez le physicien ?

Il n'est pourtant pas certain qu'Einstein mérite ce reproche, puisqu'il termine son Livre[2] par un point d'interrogation, en ce qui concerne la Relativité généralisée.

Soyons prudents, mais soyons patients : pas de *veto* a priori ; c'est le contraire de l'esprit scientifique.

Il faudra probablement attendre, dit M. Emile Picard, « que de nombreuses expériences, d'un caractère positif, aient été effectuées dans les laboratoires ». Attendons !

Rappelons-nous, d'ailleurs, que l'Histoire des Sciences révèle de formidables évolutions dans les « critères de valeur ».

L'Histoire est un fameux maître. Dans tous les cas difficiles, il faut lui demander ses enseignements. Ne manquons pas de le faire.

Dans l'algèbre, le symbole complexe, ou imaginaire, i a eu bien de la peine à se faire accepter, jusqu'au jour où il est devenu indispensable. Son rôle, capital, est de nous faire aller, rapidement, d'une donnée réelle à un résultat réel, plus ou moins neuf. Cette méthode a paru extravagante, pendant longtemps, et ensuite on a reconnu : 1° qu'elle n'implique aucune contradiction logique interne, et 2° qu'elle réussit.

Donc, elle vaut. Le symbole imaginaire i est *vrai*, puisqu'*il faut* s'en servir.

La Physique, elle, a pour but positif, scientifique, immuable, indiscuté, d'aller des données liées à l'expérience, des *rapports vrais*, comme disait Henri Poincaré[1], à des *rapports nouveaux*, liés à l'expérience, *contrôlables*. Voilà ce qui *vaut*, scientifiquement, dans la Physique. Pour atteindre ces buts difficiles, on lutte péniblement, on recherche les conditions les meilleures, on tâtonne...

Un jour, peut-être, le chemin suivi par Einstein, dans la Théorie de la *Relativité*, ne paraîtra pas plus extraordinaire que ne l'est, aujourd'hui, le contour imaginaire de Cauchy, pour le calcul d'une intégrale réelle.

Mon dessein (ai-je réussi?) était exclusivement de signaler, à ceux qui *s'initient* à la doctrine d'Einstein, l'observation suivante :

Il est rigoureusement impossible de juger, hâtivement et *a priori*, une Théorie aussi vaste, aussi complexe, aussi nouvelle, savante et séduisante.

On n'en peut parler raisonnablement qu'après une enquête serrée sur la *nature de toute théorie physique*.

La Théorie est-elle « démonstration » à partir de notions rendues évidentes ? Est-elle une explication intime et suffisante de la Nature, ou bien une classification, un voile de symboles idoines, jeté sur les choses ? Est-elle une construction synthétique, et sur quel fondement ? La théorie physique serait-elle comme une œuvre d'art, mettant en un relief saisissant des caractères essentiels et dominateurs de la réalité ?

Avant tout, que renferment les *définitions* et jusqu'à quel point les *démonstrations fragmentaires* valent-elles ?

Voilà, d'abord, ce qu'il faudrait dire et savoir !

Après cela, il deviendra possible d'exprimer un jugement positif sur la situation de l'expérience de Michelson par rapport au Schème d'Einstein, sur la position du continuum Espace-Temps dans l'ensemble de nos connaissances scientifiques actuelles.

Il n'est pas de plus beau sujet de méditation sur la science d'*aujourd'hui*, et les bonnes expériences que l'on fera — pour ou contre Einstein — conserveront toujours une valeur, quelle que soit la forme, imprévue, sous laquelle *la Relativité* vivra, ou revivra dans la science de *demain*.

Robert d'Adhémar.

1. *Après* la rédaction de cet article, ont paru plusieurs ouvrages :

E. Borel : L'espace et le temps (Alcan).

J. Becquerel : Un livre savant (Gauthier-Villars), où l'on trouve, en particulier, un résumé des idées de M. Langevin, et un livre plus bref (Payot). E. Esclangon : une brochure sur les vérifications astronomiques (Gauthier-Villars). Gustave Mie : La théorie einsteinienne de la gravitation (Hermann). Actuellement, les moyens de se mettre au courant ne manquent pas.

2. Einstein, livre cité, p. 117.

1. *La Valeur de la Science*, p. 272-274, à propos de la rotation de la Terre et du procès de Galilée. Il faut n'avoir pas lu ces pages, pour parler du scepticisme de Poincaré.

BIBLIOGRAPHIE

ANALYSES ET INDEX

1° Sciences mathématiques

Loria (Gino), *Professeur à l'Université de Gênes.* — **Storia della Geometria descrittiva**, *dalle origini sino ai giorni nostri.* — 1 *vol. in*-16 *de* 584 *pages, de la collection des* Manuels Hœpli (*Prix cart.* : 25 *lire*). *U. Hœpli, éditeur, Milan*, 1921.

On retrouvera dans cet ouvrage les qualités ordinaires de M. Loria : une information très étendue et très sûre, un vif souci du détail, et en même temps des idées générales nettement dégagées et des conclusions exprimées dans un langage vivant et élégant qui frappe l'imagination du lecteur. Personne n'a plus que M. Loria le talent de rendre attrayants les chapitres les plus arides de l'histoire des Mathématiques.

La Géométrie descriptive est d'origine récente. Sans doute les dessinateurs et les architectes se sont-ils préoccupés de tout temps de définir des procédés permettant de projeter des figures solides sur une surface plane. La codification de ces procédés faisait l'objet de la *Perspective*, dont M. Loria, dans ses premiers chapitres, retrace brièvement l'évolution. Mais la Géométrie descriptive ne devint une *science* que vers 1795. Elle fut créée par Gaspard Monge et toute son histoire se déroule pendant le XIXe siècle.

On jugera de la minutie avec laquelle M. Loria a étudié cette histoire en constatant qu'il signale et analyse les travaux de près de quatre cents auteurs, auxquels sont dus des progrès techniques plus ou moins importants. D'ailleurs, tout en passant cette longue revue d'ouvrages, M. Loria fait ressortir un fait général, un caractère d'ensemble de l'histoire de la Géométrie descriptive, qui est extrêmement curieux et intéressant.

Les historiens s'accordent généralement à trouver que la science du XIXe siècle n'a, pour ainsi dire, pas de physionomie nationale. Et, s'il est une branche de la science que l'on s'attend à voir soustraite à toute influence locale, c'est bien la Géométrie descriptive, qui est avant tout une discipline de techniciens. Eh bien ! c'est le contraire qui est vrai. Née des préoccupations des grands savants français de l'époque révolutionnaire (qui ont su opérer un fécond rapprochement entre la théorie et la technique et qui ont créé l'Ecole Polytechnique), la Géométrie descriptive a longtemps subi les conséquences de ses origines. Elle n'a pas été accueillie dans les pays ennemis des idées françaises, et elle ne s'est d'abord développée qu'en France et en Italie. Plus tard, vers 1830, elle pénétra en Allemagne, en Suisse, en Autriche-Hongrie et dans les autres pays d'Europe. Mais alors elle était devenue avant tout matière d'enseignement ; et c'est pourquoi M. Loria croit devoir étudier séparément ses progrès dans les différents centres d'études, c'est-à-dire dans les différents pays.

En adoptant ce mode d'exposition, M. Loria met clairement en évidence le rôle prépondérant joué par l'école française dans l'élaboration et la mise au point de la Géométrie descriptive.

PIERRE BOUTROUX,
Professeur au Collège de France.

Vessiot (E.), *Professeur à l'Université de Paris, Sous-Directeur de l'Ecole Normale supérieure*, et **Montel** (P.), *Maître de Conférences à l'Université de Paris.* — **Cours de Mathématiques générales**, *professé à la Faculté des Sciences de Paris en* 1919-1920. — 2 *vol. in*-8° *de* 504 *et* 580 *pages, avec fig.* (*Prix* : 60 *fr.*). *Librairie de l'Enseignement technique, Paris*, 1921.

L'Université de Paris délivre un Certificat d'Etudes supérieures de Mathématiques générales, destiné aux étudiants qui se préparent à l'étude des Sciences physiques. Le programme se rapproche très sensiblement de celui des classes de Mathématiques spéciales. Il comprend, dans ses grandes lignes, la Théorie des Fonctions, la Géométrie analytique, l'Analyse, la Mécanique rationnelle. N'y figure pas, par comparaison, la Théorie des Equations, du moins dans ses chapitres qui, à partir du Théorème de d'Alembert, traitent des problèmes de l'élimination, de la transformation et de l'abaissement des équations. Par contre, il comporte toute une série de notions destinées au Calcul numérique où figurent, par exemple, l'usage de la règle à calcul, de l'interpolation, le calcul approché des intégrales définies, des intégrales doubles, etc.

Mais l'esprit surtout est différent. Il s'agit ici principalement de fournir aux étudiants la connaissance sûre et le maniement aisé des instruments mathématiques nécessaires à l'étude des sciences expérimentales. C'est ce qui détermine une exposition particulière des théories. Avant le souci de l'impeccable rigueur, il s'agit d'établir les principes généraux sans de grands développements qui pourraient les masquer, de chercher à dégager les idées d'ensemble, à les appuyer sur des exemples en nombre limité, de laisser sévèrement de côté, dans ces exemples surtout, tout ce qui n'est pas orienté du côté des applications matérielles (exemples : les théorèmes spéciaux sur la continuité, l'existence des fonctions implicites, etc.), de ne pas craindre enfin de faire appel à l'intuition pour établir des démonstrations difficiles.

Les auteurs semblent avoir parfaitement réalisé ces conditions. En particulier, ils ont fait un emploi fécond de l'image géométrique, à côté ou à la place des théorèmes abstraits. Cela est visible surtout dans le problème fonctionnel ; citons, au hasard, les maximum et minimum absolus des fonctions continues, les fonctions hyperboliques et circulaires où la méthode aide beaucoup à fixer les résultats et à mettre en évidence les analogies remarquables. De même, la présentation des intégrales définies est purement géométrique : on part de l'existence d'un nombre A mesurant l'aire considérée et on renvoie au Cours d'Analyse rigoureux de dé-

montrer directement, sans considérations géométriques, que la limite d'une certaine somme S, sous certaines conditions, est la définition de la mesure de l'aire A. Exactement de même pour les intégrales multiples : on prouve l'existence de la limite S qui tend vers le volume V d'un tronc de cylindre, en admettant que ce volume est capable de mesure, tandis que l'Analyse démontrera directement l'existence de cette limite servant de définition à la mesure de V.

Il ne faudrait pas croire que les auteurs ont sacrifié la tenue scientifique de leur Cours à des considérations utilitaires. Bien loin de là. Ils ont réservé à des paragraphes imprimés en petits caractères les développements théoriques exacts, dans le genre de ceux que les étudiants trouveront plus tard dans un Cours de Calcul différentiel et intégral.

Enfin le choix des exemples est tout orienté vers les réalités concrètes; citons au hasard : les courbes orthogonales en optique, les courbes parallèles et de Van der Waals, la théorie des enveloppes dans les ondes optiques, les engrenages, les intégrales multiples en thermodynamique, les moments d'inertie, les différentielles totales dans les erreurs numériques.

Le Cours de Mécanique termine le second volume. Comme introduction, la théorie géométrique des vecteurs qui allège évidemment la Cinématique et la Statique. Celles-ci, de même que la Dynamique du point et des systèmes, sont volontairement réduites à des chapitres choisis. Il est impossible, croyons-nous, de mieux ramasser résultats et méthodes en un raccourci plus substantiel. Sans sortir de la science pure, il y a la corrélation nécessaire avec les autres enseignements (la Physique générale en particulier). L'étudiant en possession de ce « précis » et familiarisé avec le Calcul exposé dans la première partie, n'aura aucune peine à aborder avec succès la Mécanique appliquée, subordonnée à l'expérimentation et où se trouvent les assemblages complexes aux liaisons difficiles.

Enfin un recueil des questions posées aux examens de la Sorbonne et un utile répertoire alphabétique complètent cet important ouvrage qui aura certainement tout le succès qui s'est attaché au Cours oral donné par les savants professeurs à la Sorbonne. La typographie est très soignée, malgré quelques errata dus à la rapidité avec laquelle le Cours imprimé a succédé aux feuilles autographiées[1].

Ed. Démolis,
Professeur à l'Ecole des Arts et Métiers de Genève.

2° Sciences physiques

Bary (Paul), *Ingénieur-Conseil, Ancien chef des travaux à l'Ecole de Physique et de Chimie et au Laboratoire Central d'Electricité.* — **Les Colloïdes, leurs gelées et leurs solutions.** — *Un vol. in-8° de 508 pages, avec 105 fig. (Prix broché : 50 fr.). Dunod, éditeur, Paris,* 1921.

L'étude des colloïdes a déjà fourni des résultats extrêmement importants, tant pour la connaissance de la matière que pour les applications les plus variées : le physicien, le chimiste, le médecin, nombre de techniciens, doivent connaître les propriétés essentielles des colloïdes. C'est à eux que s'adresse l'ouvrage de M. Bary, où sont exposées les principales recherches expérimentales dont les colloïdes ont fait l'objet et les théories émises pour interpréter les faits observés. Dans cette monographie, soigneusement rédigée, les travaux originaux sont résumés avec précision et clarté : les dispositifs expérimentaux sont représentés par des schémas clairs et les résultats sont très souvent traduits par des tableaux numériques et des courbes ; de nombreuses indications bibliographiques seront particulièrement appréciées des chercheurs.

Dans beaucoup d'ouvrages sur les colloïdes, on se borne souvent à l'étude des suspensions colloïdales et des émulsions, l'état colloïdal n'étant parfois envisagé que comme un état allotropique particulier des corps. En fait, cependant, il semble n'exister de substances colloïdales que celles dont la constitution permet à la molécule de prendre un degré élevé de polymérisation. C'est cette idée directice qui a engagé l'auteur à faire débuter son ouvrage par l'examen des propriétés de la matière à l'état colloïdal, soit que cet état représente la seule forme connue d'une substance déterminée, soit qu'il n'en soit qu'une forme allotropique plus ou moins fréquemment rencontrée. Il développe ensuite, d'une manière proportionnée à son importance, la propriété remarquable qu'ont ces corps de fournir des solutions ou suspensions colloïdales.

Ainsi, après quelques considérations générales sur les colloïdes, l'auteur étudie les propriétés des gelées, des suspensions et les phénomènes de gonflement. Un chapitre est consacré à la colloïdité, ce mot étant pris avec un sens analogue à celui que lui donnait Graham qui le rapportait au degré de polymérisation du corps étudié, la plus forte polymérisation correspondant à la colloïdité la plus marquée. L'auteur étudie de ce point de vue les colloïdes minéraux et les colloïdes organiques. Les deux derniers chapitres sont consacrés aux suspensions et aux émulsions.

En résumé, l'ouvrage de M. Bary nous paraît parfaitement adapté au programme que s'était tracé l'auteur « diffuser dans les industries chimiques, qui reprennent actuellement en France un nouvel essor, la connaissance des faits concernant cette vaste branche de la chimie, connaissance rendue difficilement abordable par l'absence de livres spéciaux ».

A. Boutaric,
Professeur à la Faculté des Sciences de Dijon.

Lesur (Léon). — **Théorie de la combustion et utilisation des combustibles.** *Tome* I. — 1 *vol. in-16 de* XIV-173 *p. avec fig. de la* Bibliothèque d'Enseignement technique et professionnel (*Prix cart* : 8 *fr*). *G. Doin, éditeur, Paris,* 1922.

Le présent ouvrage traite d'une manière générale la théorie de la combustion. L'utilisation des combustibles sera traitée dans le tome II.

L'auteur indique nettement dans sa préface le but

1. Signalons, au hasard d'une première lecture, des corrections, de peu d'importance généralement, à apporter aux pages 63, 91, 112, 219, 326, 338, 345, etc.

qu'il s'est proposé : étudier la situation créée dans l'Industrie par les prix élevés du charbon et les moyens d'y porter remède. Economiser le combustible ? cette question n'est pas nouvelle et tous les industriels, petits et grands, en cherchent la solution. Les grosses industries ont un personnel de contrôle, de recherches, de mise au point; les moyennes suivent de plus ou moins loin, et dans les petites on brûle du charbon avec la fiévreuse pensée de l'économiser.

Beaucoup d'industriels, ignorant totalement la théorie de la combustion, peuvent être victimes d'inventeurs de procédés plus ou moins consciencieux.

Le livre de Lesur n'apporte pas la solution, ce qui serait impossible vu la complexité du problème, mais il donne à tous les intéressés les directives qui conduisent à la solution.

Inspiré de l'ouvrage si documenté et si scientifique de M. Damour, le présent livre en a toute la rigueur dans le but qu'il se propose et toute la méthode dans les moyens de l'atteindre.

Ce livre est à la portée de tous ceux qui désirent s'instruire, tout en n'ayant pas des connaissances scientifiques très développées. L'auteur enchaîne tout son sujet en une suite logique ; il l'aborde et le poursuit avec force exemples, ce qui le rend vivant et facile à lire : pas de formules abstraites, mais des calculs concrets.

Un chapitre préliminaire résume les notions de Physique et de Chimie nécessaires à la compréhension de la combustion. Après avoir étudié cette combustion, il en détermine toutes les températures.

L'auteur traite ensuite des pertes de chaleur dans les fours et des moyens de réaliser des économies arrivant à la récupération qu'il présente avec autant de précision que de simplicité. Logiquement il arrive à l'application de tout ce qui précède pour l'obtention des hautes températures ; il indique les méthodes de contrôle, analyses des gaz, mesures des températures, rendement des fours.

Enfin, chaque chapitre comporte à sa suite un résumé qui est un véritable aide-mémoire.

Ce livre sera très apprécié de ceux qui le prendront comme guide, en attendant avec impatience le tome II, sur l'utilisation des combustibles.

ROBERT FAILLIE,
Préparateur au Conservatoire des Arts et Métiers.

Méthodes actuelles d'expertises employées au Laboratoire municipal de Paris, *publié sous la direction de* M. ANDRÉ KLING. *Tome* I. **Produits animaux. Conserves. Salaisons et produits conservés.** — 1 *vol. in-8° de* 326 *p. avec* 18 fig. *et* 8 *planches en couleur* (*Prix* : 32 *fr.*). *Dunod, éditeur*, 47 *et* 49, *quai des Grands-Augustins, Paris*, 1921.

On connaît le succès très grand obtenu, autrefois, par le Compendium de Girard sur les Documents du Laboratoire municipal de Paris. Les *Méthodes actuelles d'Expertises* du même laboratoire, publiées sous la direction de son directeur, M. Kling, ne peuvent manquer d'avoir encore plus de faveur, si possible.

La 1er volume de cet important ouvrage vient de paraître ; il est consacré aux produits animaux et aux conserves et salaisons. M. Kling s'y est réservé l'étude des laits.

Un résumé, très clair et complet, des connaissances acquises sur la composition de ces liquides, sur les influences qui peuvent les modifier, sur les altérations dont ils sont maintes fois le siège et sur les divers traitements auxquels on les soumet ordinairement avant de parvenir au consommateur, sert de logique introduction à l'article. Viennent, ensuite, l'analyse et l'essai du lait comprenant : le prélèvement et la conservation des échantillons, la détermination des constantes physiques, viscosité, point de congélation, indice de réfraction. Puis l'analyse chimique proprement dite suivie de l'examen bactériologique et de l'interprétation des résultats analytiques. Enfin l'étude des laits concentrés, desséchés, maternisés et fermentés termine ce très consciencieux et très substantiel chapitre.

M. Pons, chimiste principal au Laboratoire municipal, a écrit le chapitre fromages. Il a eu l'heureuse idée de ne point localiser son article à l'analyse chimique de ces produits : les principes généraux de leur fabrication, le rappel de leur classification donnée par M. Pourian, celui de la composition chimique des principaux d'entre eux, d'après M. Balland, l'indication de leurs altérations et de leurs falsifications précèdent, en effet, l'examen des méthodes employées au laboratoire municipal pour les anlyser.

M. Froideveaux a rédigé, avec sa compétence bien connue, les deux derniers chapitres du volume qui ont trait aux viandes, puis aux conserves alimentaires et sont, de tout point, remarquables.

L'influence de l'âge, de l'hygiène, de la nourriture et de la race sur la qualité des viandes y est d'abord examinée. Suit l'étude de leur composition chimique et de leur constitution biologique, de leurs altérations post mortem, enfin des maladies bactériennes ou parasitaires qui les atteignent.

Les volailles et le gibier, avec leurs affections microbiennes et leurs parasites, font l'objet d'un paragraphe annexe que termine leur analyse ainsi que celle des viandes de boucherie.

Les viandes travaillées (charcuterie, triperie) sont la substance du seconde paragraphe. On y a donné l'importance qui lui convient à la méthode des précipitines, pour leur indentification. Le paragraphe sur les œufs renferme le tableau si net et si précis de Chrétien, sur les œufs altérés. Celui qui traite des poissons, crustacés et mollusques clôt, avec un appendice sur l'examen microscopique des viandes, le premier chapitre de l'article. Le second est consacré aux conserves alimentaires et aux produits conservés dont le mode d'obtention est donné, dans ses grandes lignes : sont d'abord étudiés les conserves, les extraits et les peptones de viandes, puis les viandes frigorifiées, les viandes salées et fumées, les saumures, les œufs et les poissons conservés, enfin les légumes verts ou secs, les racines et tubercules, les champignons et, pour terminer, les fruits conservés soit en boîte, soit par dessiccation naturelle ou artificielle. Ajoutons que huit magnifiques planches

en couleur, indépendamment d'autres figures, enrichissent le texte et l'éclairent d'une manière complète.

En résumé, bien que très modestement, dans sa préface, M. Kling ait écrit que les délais qui lui ont été impartis par les circonstances, dans la publicationde son ouvrage, ont été insuffisants pour donner à celui-ci la forme et l'ampleur qu'il aurait désirées, et que les *Méthodes d'Expertises* offrent peut-être plus de ressemblance avec la 2e édition des *Documents du Laboratoire municipal* qu'avec l'ouvrage qu'il avait conçu, le lecteur trouvera qu'il s'agit bien d'une refonte complète et très heureusement effectuée de ce dernier, très modernisée et d'une haute utilité pratique, et que chimistes et experts doivent être reconnaissants à M. Kling et à ses collaborateurs de l'avoir si remarquablement réalisée.

G. Denigès,
Professeur à la Faculté de Médecine de Bordeaux.

3° Sciences naturelles

Waguet (Pierre), *Professeur de Géologie à l'Institut agricole de Beauvais.* — **Géologie agricole du département de l'Oise.** Description géologique et étude économique, *accompagnées de : un tableau de Stratigraphie, deux planches de Fossiles dessinées d'après nature, cinq coupes géologiques, une carte géologique et agronomique du département au* 250.000e. — *1 vol. in-8° de 105 p., 5 fig. 2 pl. et 1 carte. Imp. libr. Prévot, 20, rue St-Pierre, Beauvais,* 1921.

Dans la *Géologie agricole du département de l'Oise*, M. Pierre Waguet envisage successivement dix régions naturelles : la Picardie, les pays de Bray et de Thelle, le Vexin français, le Clermontois, le Soissonnais, le Valois, le Multien, le Servois et le Noyonnais. Un tableau d'ensemble des terrains sédimentaires affleurant sur le territoire du département figure au début de l'opuscule: il indique les épaisseurs, les notations de la Carte du Ministère des Travaux publics et un ou deux fossiles caractéristiques figurés d'ailleurs sur des planches annexes. Pour chaque région naturelle, l'auteur définit la situation géographique, la constitution géologique (avec quelques coupes à l'appui du texte), les conditions de l'agriculture et de l'industrie (industrie agricole, amendement et engrais, matériaux de construction, industries mécaniques). L'ouvrage comprend encore des aperçus sur l'hydrographie, la valeur foncière des terrains ; il se termine par une bibliographie de 40 numéros, où figurent 10 thèses agricoles locales. La carte au 250.000e qui accompagne ce livre n'a malheureusement de géologique que le nom.

La petite monographie très concise de M. Pierre Waguet, rédigée avec clarté, sera lue par tous ceux qui s'intéressent au développement économique de la région parisienne : il faut féliciter l'auteur de son heureuse initiative et souhaiter que son exemple, suivi par d'autres agronomes, contribue à donner une orientation de plus en plus scientifique aux travaux de nos agriculteurs.

L. Joleaud.

Trouessart (E. L.), *Professeur au Muséum national d'Histoire naturelle.* — **La distribution géographique des animaux.** — *1 vol. in-18 de 328 p. avec 14 fig. et cartes, de l'*Encyclopédie scientifique (*Prix : broché, 10 fr.; cart. 12 fr.*). *G. Doin, éditeur, Paris,* 1922.

Le volume que publie aujourd'hui M. Trouessart n'est pas une simple réédition de son traité de 1890 (*La géographie zoologique*) : c'est un ouvrage nouveau, mis au courant des découvertes récentes et enrichi de développements inédits.

Le premier chapitre est presque entièrement consacré à l'histoire de cette science toute récente de la Géographie zoologique : le fondateur inconscient de cette discipline serait Buffon en 1749, suivi de toute une lignée de savants qui ont amassé des documents et des matériaux, permettant par là la synthèse que nous offre M. Trouessart.

Le corps même de l'ouvrage se compose de deux parties bien distinctes: d'abord *les facteurs* qui entrent en jeu dans la répartition géographique des animaux, puis, comme résultat de l'action de ces facteurs, la division du globe en un certain nombre d'aires et de régions caractérisées chacune par un ensemble faunistique donné.

1. *Facteurs de la distribution géographique des animaux.* Sous cette mention, M. Trouessart range une série de chapitres que nous allons sommairement signaler. Il est de toute évidence que la structure actuelle d'un territoire est liée à son histoire géologique : il est vrai aussi que la composition de sa faune s'expliquerait d'elle-même si nous avions une connaissance précise et des changements paléogéographiques qu'il a subis et des caractéristiques de ses faunes successives. Il faut donc étudier l'histoire des continents à travers les époques géologiques : c'est l'objet du chapitre I. Ce chapitre est complété par des cartes : celle du Jurassique supérieur indique une jonction continentale entre l'Australie et la Chine, alors que l'existence de dépôts bathyaux sur l'emplacement de cette jonction semblerait devoir indiquer là la présence d'un géosynclinal mésogéen.

Le chapitre II est consacré à l'étude des faunes paléontologiques, à l'époque à laquelle les différents groupes zoologiques semblent avoir fait leur apparition, enfin aux migrations de ces groupes. Cette dernière notion est très importante, car elle explique des aires de répartition actuelle : on a pu reconstituer ces migrations avec une certaine exactitude pour les Proboscidiens, les Hystricidés, les Antilopes, les Equidés, etc.

Les facteurs édaphiques, climatiques et trophiques font l'objet d'un chapitre spécial où sont étudiés, à cet égard, la configuration du pays, la nature du sol, le degré d'humidité et de sécheresse, la nourriture, enfin la vie insulaire. Le chapitre V renferme des indications sur les modes de locomotion en usage dans le règne animal : vol, nage, marche, transport par le vent, par les oiseaux, les courants marins, l'homme. Les pages qui ont trait aux migrations des oiseaux sont particulièrement au point. Les migrateurs, en règle générale, évitent les mers trop larges[1] et ont tendance à suivre les côtes : or on remarque que la plupart d'entre eux

1. Comme les montagnes trop élevées.

traversent en ligne droite le golfe du Mexique : il est probable qu'il faut voir là une habitude héréditaire contractée au temps où des terres émergées existaient sur l'emplacement du golfe. Les chapitres VI et VII sont consacrés à l'étude de la vie marine et des conditions physiques de cette vie (lithologie, pression, température, courants, etc.). L'auteur étudie successivement la faune littorale et ses faciès, la faune si curieuse des Sargasses, celle des récifs coralliens, enfin la faune pélagique et le plancton, « masse des animaux et des végétaux de petite taille *qui flottent dans la mer en se laissant entraîner passivement ou inconsciemment par les vagues et les courants* ». Cette définition a le tort d'insister sur ce caractère de passivité que l'on attribue souvent aux organismes pélagiques : cela n'est même pas exact des Radiolaires, dont les variations bathymétriques, synchroniques des variations lumineuses et thermiques de la surface, n'ont rien de passif.

Le chapitre qui concerne les faunes dulcaquicoles (chap. VIII) peut être considéré comme l'un des plus intéressants du volume. La faune d'eau douce a une double origine marine : on parlera de *faune de pénétration* quand il s'agira d'animaux qui ont passé par le cours d'eau de la mer aux eaux douces (Ex. : Anguilles, Crocodiles, etc.), de *faune résiduelle* quand on aura affaire aux habitants d'un bassin marin progressivement dessalé par la perte de ses connexions avec l'océan (Ex. : Phoques de la Caspienne). Il est d'ailleurs souvent difficile d'attribuer à un type donné l'une ou l'autre de ces origines. Un fait remarquable est l'abondance de formes incubatrices (à œufs volumineux et peu nombreux) dans les eaux douces : des poissons couvent leurs œufs dans leur bouche (*Arius*, etc.), des batraciens portent leurs petits sur leur dos (*Pipa*, *Hyla*, *Nototrema*), les écrevisses éclosent sous une forme voisine de celle de l'adulte. Cette accélération du développement se manifeste encore par la viviparité d'un certain nombre d'Urodèles. Citons enfin la progenèse[1] des Axolotls (*Sirenodon*), dont les gonades arrivent à maturité alors que l'animal possède encore un aspect larvaire.

Le chapitre se termine par quelques notions sur la faune des eaux souterraines, des cavernes, des puits artésiens et des eaux chaudes.

2° *Les grandes Régions zoologiques.* — La seconde partie de l'ouvrage illustre en quelque sorte la première en nous montrant les résultats de l'action des facteurs de la distribution géographique animale. Nous n'entrerons pas dans le détail de ces considérations : conformément aux schémas de Sclater (1857) et de Wallace (1876), M. Trouessart divise le globe (pour la faune terrestre) en 6 régions admettant chacune un certain nombre de sous-régions :

1. Région Paléarctique (Europe, Asie Septentrionale, Nord de l'Afrique);

2. Région Ethiopienne (Afrique au Sud de l'Atlas, Madagascar, Arabie);

3. Région Orientale (Asie au Sud de l'Himalaya, Chine du Sud, Malaisie);

4. Région Australienne (Célèbes, Lombock, Australie, Polynésie);

5. Région Néarctique (Grœnland, Amérique au Nord du Mexique);

6. Région Néotropicale (Mexique, Antilles, Amérique du Sud).

A ces 6 régions classiques, M. Trouessart en ajoute deux autres qui seront l'objet d'un intéressant chapitre où est traitée la question importante de la bipolarité des faunes :

7. Région Arctique;

8. Région Antarctique.

Après l'étude détaillée des régions et de leurs caractères fauniques — presque uniquement d'ailleurs mammalogiques — M. Trouessart nous donne un chapitre sur les Régions Océaniques, où il adopte la division proposée par Gunther pour les poissons et passe en revue les principaux groupes spéciaux aux diverses régions marines. Enfin l'ouvrage se termine par un chapitre un peu court sur les Invertébrés terrestres, où ne sont envisagés sous ce titre que les Coléoptères, les Lépidoptères, les Onychophores et les Mollusques.

Le volume de M. Trouessart est un excellent traité, dans l'ensemble : il est clair et sera certainement lu avec intérêt et profit non seulement par le public cultivé, mais aussi par le spécialiste, heureux de rencontrer, au sortir de ses préoccupations de détail, ce remarquable effort de synthèse.

TH. MONOD.

Vandel (A.), *préparateur à la Sorbonne.* — **Recherches expérimentales sur les modes de reproduction des Planaires triclades paludicoles** (*Thèse de la Faculté des Sciences de Paris*). — *1 vol. in-8° de 176 p. avec 41 fig. Edition du* Bulletin biologique, *Paris*, 1922.

L'intérêt que présente ce travail dépasse singulièrement celui d'une simple étude de Zoologie. Ce sont les plus importants problèmes de la Biologie, ceux de la préformation et de l'épigénèse, du rôle et de l'utilité de la fécondation, de la mort et du rajeunissement, que l'auteur a eu l'occasion d'aborder au cours de ses recherches. L'observation patiente et scrupuleuse des faits lui a permis d'apporter, sur tous ces sujets, d'importantes contributions à nos connaissances.

Beaucoup de Planaires peuvent présenter, en outre de la reproduction sexuée, une multiplication agame consistant en une scission spontanée, isolant un fragment du corps. Bien que périodique, ce processus n'est pas en rapport avec la croissance ; c'est un phénomène intermédiaire entre la simple autotomie et le bourgeonnement, tout à fait distinct de la formation de zoïdes observée chez d'autres Vers. Cette autotomie reproductrice est vraisemblablement due à un manque de corrélation entre les diverses parties de l'animal, car la décapitation, en supprimant le système de commande (ganglions cérébroïdes), l'accélère très nettement.

Le fragment isolé par la scission est capable de donner un nouvel animal par multiplication des cellules

1. Et non *pédogenèse* (p. 194)! La pédogenèse est une reproduction parthénogénétique sous la forme larvaire, dont le type classique est la larve de *Cecidomya* (*Miastor*). La *progenèse*, elle, s'accompagne de fécondation normale!

(*épimorphose*) et par refonte des anciens éléments (*morphallaxie*). L'importance relative de ces deux processus varie suivant l'espèce considérée et l'état de différenciation de l'organisme. L'étude histologique du fragment en voie de remaniement montre que certains éléments sont capables de revenir à l'état embryonnaire et d'évoluer ensuite vers une nouvelle destination. Des cellules ayant formé l'appareil copulateur peuvent ainsi contribuer ultérieurement à l'édification du pharynx. Cette dédifférenciation, équivalant à un rajeunissement de l'organisme, permet de comprendre pourquoi certaines Planaires peuvent se multiplier indéfiniment par scissiparité sans manifester le moindre indice de dégénérescence.

Les Planaires d'origine scissipare peuvent devenir sexuées. Les gonades se forment alors aux dépens de *cellules-souches*, ayant conservé leurs caractères embryonnaires, et l'apparition de l'appareil copulateur se montre liée à celle des testicules. L'importance des deux modes de reproduction : sexué et agame diffère suivant les espèces et les lignées, et dépend essentiellement de facteurs héréditaires. « Les circonstances extérieures ne peuvent qu'accélérer ou retarder telle ou telle phase du cycle, mais n'ont pas le rôle déterminant qu'on leur a souvent attribué. »

L'opposition entre cette dernière conclusion et les idées qui dirigeaient l'auteur au début de ses recherches est un sûr garant de la conscience avec laquelle celles-ci ont été poursuivies.

R. de La Vaulx,
Docteur ès sciences.

4° Sciences médicales

Richet (Ch.), *Professeur de Physiologie à la Faculté de Médecine de Paris, Membre de l'Académie des Sciences et de l'Académie de Médecine*, et **Richet fils** (Ch.), *Chef de travaux de Pathologie expérimentale à la Faculté de Médecine de Paris.* — **Traité de Physiologie médico-chirurgicale.** — 2 *vol. in*-8° *contenant* 1.452 *pages avec* 141 *figures* (*Prix* : 75 *fr.*). *Librairie Félix Alcan, Paris*, 1921.

Il y a plus d'un demi-siècle, Alfred Richet écrivait son admirable *Traité d'Anatomie médico-chirurgicale*, dans lequel l'auteur exposait l'Anatomie en insistant sur les divers détails qui comportent des déductions opératoires ou cliniques ; c'était un ouvrage destiné, non pas à l'étudiant anatomiste, mais à l'étudiant en chirurgie et au praticien, la Chirurgie y tenant une aussi grande place que l'Anatomie.

Le Professeur Charles Richet et son fils ont fait pour la Physiologie ce qui avait été fait par Alfred Richet pour l'Anatomie.

Le phénomène normal est d'abord étudié ; puis, cette étude étant achevée, et parfois même dans le cours de cette étude, se trouvent developpées les déductions utiles qu'on en peut tirer pour la thérapeutique, l'hygiène, la médecine légale et la clinique.

On comprend dès lors l'intérêt d'un tel ouvrage, non pas seulement pour le médecin, mais encore pour le biologiste : car, suivant la juste remarque du Professeur Charles Richet : « si la Pathologie est éclairée par la Physiologie, la Physiologie, à son tour, est éclairée par la Pathologie. Pour ces deux sciences, loin qu'il y ait désaccord, il y a harmonie et appui mutuel. »

Et en effet le médecin ne comprendra les maladies du cœur et du poumon, les troubles de la nutrition..., que s'il connaît bien — et parfaitement bien — la physiologie de la circulation, de la respiration, de la nutrition. De même le physiologiste, dans l'étude du système nerveux, doit utiliser les données de cette admirable méthode anatomo-clinique qui a permis de nous faire une idée exacte sur le rôle du cervelet, des noyaux gris centraux, de l'écorce cérébrale.

C'est dans un tel esprit que sont rédigés les divers chapitres consacrés à l'étude des fonctions de relation et des fonctions de nutrition, et à chaque instant se trouvent exposées les idées personnelles de l'un des plus éminents physiologistes, de sorte que l'ouvrage sera consulté avec profit par tous ceux qui voudront se documenter sur les nombreux et admirables travaux du Maître.

Dr Léon Binet.

Dopter (Dr), *Professeur au Val de Grâce, Membre de l'Académie.* — **Les Maladies infectieuses pendant la guerre.** Etude épidémiologique. — 1 *vol. in*-16 *de* 300 *pages de la collection* : Les questions de Médecine actuelles (*Prix* : 9 *fr.*). *Félix Alcan, éditeur, Paris*, 1922.

Dans ce volume, l'auteur fait l'historique des maladies infectieuses dont fut atteinte l'armée française de 1914 à 1919. Les maladies furent relativement peu fréquentes et, malgré les effectifs considérables mis en jeu, la mortalité et la morbidité furent infiniment inférieures aux pertes éprouvées de ce fait par les troupes dans les campagnes antérieures, du moins autant qu'on peut s'en rendre compte par les travaux médicaux anciens. L'auteur, qui a eu entre les mains tous les documents sanitaires concernant les troupes du front et de l'intérieur, a pu ainsi faire un vaste et intéressant exposé de toutes les infections subies, aussi bien de celles auxquelles nous étions habitués comme la typhoïde, la diphtérie, la scarlatine, etc., que des maladies exotiques inplantées sur la terre de France, comme le typhus exanthématique et le sodoku, et que des infections nouvelles comme la fièvre des tranchées.

La partie statistique de ce livre paraît toutefois devoir être envisagée avec circonspection pour qui sait ce que valent les statistiques en général et surtout celles qui ont été faites aux armées pendant la guerre.

La partie hygiène et prophylaxie, par contre, est extrêmement judicieuse et intéressante et montre les immenses services que rendit l'assainissement des tranchées et des cantonnements. Ce livre, de ce fait, sera très utile aux médecins de troupes et d'agglomérations aussi bien qu'aux chefs et dirigeants. Les généraux des guerres futures tireront grand profit à méditer ces sages paroles de l'auteur : « En temps de guerre, les fautes contre les règles de l'hygiène et de la prophylaxie se soldent toujours par des vies humaines. »

Dr Galliot.

ACADÉMIES ET SOCIÉTÉS SAVANTES
DE LA FRANCE ET DE L'ÉTRANGER

ACADÉMIE DES SCIENCES DE PARIS

Séance du 10 Avril 1922

1° Sciences mathématiques. — M. **Em. Borel** : *Définition arithmétique d'une distribution de masses s'étendant à l'infini et quasi périodique, avec une densité moyenne nulle.* — M. **I. Fredholm** : *Une application de la théorie des équations intégrales.* — M. **E. Vessiot** : *Sur la géométrie conforme des systèmes de cercles.* — M. **Maur. Janet** : *Sur les formes canoniques invariantes des systèmes algébriques et différentiels.* — M. **T. Carleman** : *Démonstration d'un théorème de M. Borel* (Remarque de M. E. Borel). — M. **A. Myller** : *Quelques propriétés des surfaces réglées en liaison avec la théorie du parallélisme de M. Levi-Civita.* — M. **J. Andrade** : *Les problèmes mécaniques des ressorts réglants.* — MM. **H. Chrétien** et **P. Ditisheim** : *Chronographe électrique, enregistrant, en chiffres, le temps au centième de seconde.* Cet appareil se compose de deux parties distinctes : 1° un moteur électrique synchronisé, combiné pour imposer un mouvement de rotation bien uniforme à un arbre, sous le contrôle intermittent d'une horloge ou d'un chronomètre pourvus de contacts électriques ; 2° un mécanisme imprimant, dans lequel le moteur synchronisé produit l'avance des tambours chiffrés, dont l'empreinte est prise en temps voulu à l'aide d'un mécanisme de frappe. — M. **Maur. Sauger** : *Sur une coïncidence remarquable dans la théorie de la relativité.* — MM. **Berloty** et **Combier** : *Eclipse de Soleil du 28 mars 1922, observée à l'Observatoire de Ksara (Syrie).* — M. **I. Tarazona** : *Observation de l'éclipse annulaire de Soleil du 27-28 mars 1922, faite à l'Observatoire astronomique de Valence (Espagne).* — M. **J. Guillaume** : *Observations du Soleil, faites à l'Observatoire de Lyon pendant le 4e trimestre de 1921.*

2° Sciences physiques. — M. **H. Chaumat** : *Sur un dispositif permettant l'élimination et la détermination du facteur de correction des wattmètres.* — M. **Ch. Devé** : *Sur le bruit des avions.* La *Revue* publiera dans son prochain numéro un article de l'auteur sur ce sujet. — MM. **J. Galibourg** et **F. Ryziger** : *Sur une méthode permettant de reconnaître les perles japonaises cultivées.* Les auteurs examinent directement l'intérieur de la perle avec un microscope, en profitant du trou qu'elle comporte pour être utilisée comme parure et en introduisant dans ce trou une goutte de mercure dont le ménisque, formant miroir, réfléchit toute la surface intérieure du trou. Dans les perles japonaises, on constate une différence d'aspect très nette entre les couches externes et le noyau artificiel. — M. **P. Garrigou-Lagrange** : *Les grands mouvements de l'atmosphère et la prévision du temps.* La connaissance des mouvements généraux de l'atmosphère permet de déterminer le caractère des périodes successives au point de vue notamment de la distribution des pressions et des températures. Quant à la prévision proprement dite, elle permet de l'améliorer notablement en déterminant les transformations qui doivent se produire dans une situation donnée. — M. **P. Mondain Monval** : *Sur la préparation du chlorure d'ammonium.* L'auteur a étudié les conditions de cristallisation du chlorure d'ammonium dans les solutions renfermant à la fois du chlorure et du carbonate neutre de sodium et d'ammonium, à la température de 15°. — M. **P. Riou** : *Sur la vitesse d'absorption de l'acide carbonique par les solutions alcalines.* L'auteur a étudié l'influence des différents facteurs sur cette vitesse : concentration du carbonate neutre de sodium, pur ou mélangé avec des quantités variables de bicarbonate et de chlorure de sodium ; température ; dilution de CO^2 dans l'air ; agitation du liquide. — M. **C. Chéneveau** : *Sur une application de la méthode optique de détermination de la solubilité d'un liquide dans un autre.* Si l'on met en présence d'aniline une solution aqueuse d'un sel, minéral ou organique, insoluble dans ce liquide et inactif sur lui, de l'eau passe dans l'aniline. L'auteur montre que l'abaissement d'indice de réfraction de l'aniline est proportionnel à la quantité d'eau qui y passe ; il est le même par unité de masse pour tous les sels inorganiques ou les corps organiques sans action chimique sur l'aniline. — MM. **R. Fosse** et **A. Hieulle** : *Aptitude de l'aldéhyde formique à former l'acide cyanhydrique par oxydation en milieu argentico-ammoniacal.* L'acide cyanhydrique, terme intermédiaire instable précurseur de l'acide cyanique et de l'urée, peut être isolé avec des rendements de 30 à 37 % lorsqu'on traite par des doses massives de MnO^5K de très petites quantités de CH^2O au sein de l'ammoniaque concentrée, en présence de sel d'argent et de NH^4Cl.

3° Sciences naturelles. — M. **A. Lanquine** : *Sur l'allure et les dislocations de la nappe du Cheiron au sud du haut Estéron, jusqu'à la haute vallée du Loup (Alpes-Marit.).* Les études de l'auteur mettent en évidence la fragmentation plus ou moins accentuée de la nappe provençale du Cheiron par les mouvements alpins. Dans cette région, cependant, les répercussions alpines ont conservé les grandes directions tectoniques des charriages antérieurs. — M. **A. Guébhard** : *A propos du dernier tremblement de terre provençal.* — M. **P. Vuillemin** : *Une nouvelle espèce de* Syncephalastrum ; *affinités de ce genre.* L'auteur a trouvé une nouvelle espèce de ce champignon, qu'il nomme *S. rhizopi*, dans des cultures ensemencées avec des crachats humains. Les observations faites sur ce groupe lui permettent de conclure que le genre *Sincephalastrum* appartient à la famille des Mucoracées et à la tribu des Absidiées. — M. **Edm. Gain** : *Température ultra-maxima supportée par les embryons* d'Helianthus annuus *L.* Des embryons de cette plante peuvent passer à la vie active après avoir subi des chauffages maintenus parfois 30 min. au-dessus de 130°, et poussés par paliers au delà de 150°. Nos connaissances actuelles sur certaines propriétés de

la cellule vivante semblent en discordance avec ces résultats. — M. **A. Petit** : *A propos du réveil de la terre arable.* Réclamation de priorité à propos des travaux de M. Lumière. — M. **J. Mawas** : *Le tissu lymphoïde de la valvule spirale de l'intestin moyen de* l'Ammocœtes branchialis *et sa signification morphologique.* La valvule spirale correspond à la rate des autres Vertébrés : embryologiquement, même origine et même zone de développement ; histologiquement, même structure. — M. **A. Dehorne** : *Histolyse et phagocytose musculaires dans le cœlome des Néréides à maturité sexuelle.* — M. **R. Bayeux** : *La respiration maximum aux très hautes altitudes.* A l'altitude, le débit respiratoire maximum diminue. La fatigue n'intervient que pour une faible part dans cette diminution. Les injections sous-cutanées d'oxygène le ramènent vers la normale. — M. **W. Koskowski** : *Nicotine et les nerfs inhibitoires du cœur.* Malgré la dégénérescence des pneumogastriques, on obtient, chez le chien, sous l'influence de la nicotine, une courbe de la pression sanguine qui caractérise l'action de cet alcaloïde, ce qui prouve que, malgré la vagotomie, les ganglions intracardiaques ont conservé leur pouvoir de réaction. Ces ganglions ne sauraient donc être considérés comme terminaisons des pneumogastriques, dont ils sont indépendants au point de vue trophique. — M. **W. Kopaczewski** : *La différenciation des phénomènes de choc par contact.* Les faits apportés par l'auteur constituent des arguments complémentaires en faveur d'une différenciation des chocs par contact; actuellement déjà, il existe une base expérimentale pour distinguer parmi eux le choc *cellulaire* ou *anaphylactique*, nécessitant un temps d'incubation, et un choc *humoral*, qui se déclenche immédiatement. Parmi les chocs humoraux, on distingue le choc *floculant*, le choc *lytique* et le choc *thromboplastique*. — M. **Kohn-Abrest** : *L'indice de toxicité des appareils d'éclairage, de chauffage et des moteurs à explosion.* L'auteur désigne sous ce terme le rapport des volumes de CO et de CO^2 produits par la combustion. Il est des plus élevés pour les moteurs à essence. Pour les appareils à charbon, il varie d'une façon imprévue suivant la qualité du combustible. Les appareils à gaz habituels ne présentent pas d'indice élevé, saufs certains becs à incandescence.

Séance du 18 *Avril* 1922

1° Sciences mathématiques. — M. **E. Goursat** : *Sur le problème de la poussée des terres.* — M. **Em. Borel** : *Hypothèses physiques et hypothèses géométriques.* — M. **G. Valiron** : *Sur les fonctions entières d'ordre entier.* — M. **E. Belot** : *Sur le rôle des milieux nébuleux dans la dynamique des systèmes stellaire et planétaire.* Les nébuleuses agissent sur les étoiles d'un courant comme des filtres sélecteurs des densités et des vitesses dans le sens où l'augmentation de masse coïncide avec la diminution de vitesse ; on comprend ainsi pourquoi les nébuleuses paraissent dépouillées d'éléments denses.

2° Sciences physiques. — M. **L. Bull** : *Appareil pour la dissociation rapide des images dans la cinématographie par étincelle électrique.* Dans l'appareil de l'auteur, la dissociation des images produites par une série d'étincelles se fait à l'inverse de la manière habituelle : le film enregistreur reste immobile, et le train d'images reçu d'abord sur un prisme à réflexion totale, est renvoyé, dissocié par une rotation rapide de celui-ci, sur la surface sensible. — M. **A. Nodon** : *Sur l'action photogénique des ultraradiations.* Les ultraradiations émises, d'après l'auteur, par le Soleil et la haute atmosphère, ont une action photogénique intense qu'on met en évidence à l'aide de dispositifs appropriés. — M. **E. Ariès** : *Sur le maximum de la chaleur de vaporisation.* L'auteur établit une formule qui montre qu'à partir du zéro absolu la chaleur de vaporisation commence par croître et, comme elle doit s'annuler à la température critique, il faut bien qu'elle passe par un maximum. — M. **E. Darmois** : *Action des acides sur le molybdomalate d'ammonium.* Ce sel est très sensible à l'action des acides, sous l'influence desquels sa rotation décroît très rapidement quand leur concentration croît, en tendant vers la même valeur limite pour les acides forts. Pour l'acide chloracétique, la diminution de rotation est proportionnelle à la quantité d'ions OH. — M. **Ad. Braly** : *Nouvelle méthode de recherche de l'or et de l'argent dans les minerais au moyen du chalumeau.* L'auteur opère cette recherche par scorification complète, en utilisant de petits scorificatoires de 2 cm. de diamètre existant dans le commerce. — M. **A. Schoop** : *La soddite, nouveau minéral radioactif.* Ce minéral, de couleur jaune terne, cristallisant dans le système rhombique, est associé à la curite de Kasolo (Congo belge). La composition correspond à la formule $12\,UO^3.5\,SiO^2.14\,H^2O$; il est très radioactif. L'auteur lui donne le nom de soddite.

3° Sciences naturelles. — M. **J. Thoulet** : *Eruptions volcaniques sous-marines profondes.* L'analyse des échantillons de fonds sous-marins récoltés dans la région des Iles du Cap Vert, des Canaries et des Açores, a permis de reconnaître l'existence d'éruptions sous-marines, spécialement dans la fosse de l'Hirondelle. — M. **R. Souèges** : *Embryogénie des Rosacées. Les premiers stades du développement de l'embryon chez le* Geum urbanum *L.* — M. et Mme **E. Moreau** : *Le mycélium à boucles chez les Ascomycètes.* Les auteurs ont observé chez un Ascomycète, le champignon du lichen *Parmelia acetabulum*, la présence d'hyphes ascogènes dont les dernières ramifications sont à cellules binucléées et présentent sur leur flanc des boucles identiques à celles des mycéliums, également à cellules binucléées, des Basidiomycètes. — MM. **L. Corbière** et **Aug. Chevalier** : *Sur l'origine du* Spartina Townsendi *et sur son rôle dans la fixation des vases marines.* Le *S. Townsendi* et le *S. Neyrauti* sont une même plante. Ce n'est nullement un hybride né sur les côtes d'Europe, mais c'est une plante importée de la côte atlantique de l'Amérique du Nord, le *S. glabra.* Son introduction accidentelle est heureuse : grâce à son pouvoir colmatant considérable, plusieurs milliers d'hectares ne tarderont pas à être gagnés sur la mer dans la baie des Veys; cette plante constitue, d'autre part, un fourrage brouté avec satisfaction par les bovins. — M. **J. Stoklasa** : *Influence du sélénium et du radium sur la germination des grains.* Le sélénium, sous forme de sélénite, est déjà très vénéneux aux plus faibles doses;

sous forme de séléniate, à faible dose il accroît la faculté et l'énergie germinatives, mais devient nuisible à des doses plus fortes. La faculté et l'énergie germinatives sont grandement favorisées par la radio-activité du milieu, qui neutralise même en majeure partie les effets toxiques du sélénium, sous forme de sélénite ou de séléniate. — M. **R. Argaud** : *Sur la présence intranucléolaire du centrosome.* Dans un myélome de la mamelle, l'auteur a observé un centrosome intranucléolaire, et un centrosome ayant également quitté le noyau et logé en plein protoplasma. — MM. **Aug. Lumière** et **J. Chevrotier** : *Vaccination antityphoïdique par scarification.* Des cobayes chez lesquels douze scarifications avec une culture virulente de bacilles d'Eberth et de paratyphiques A et B ont été pratiquées sont devenus immunisés contre une injection massive de la même culture, fatale à des cobayes témoins non scarifiés. — MM. **Cohendy** et **E. Wollmann** : *Quelques résultats acquis par la méthode des élevages aseptiques.* I. *Scorbut expérimental.* II. *Infection cholérique du cobaye aseptique.* Les auteurs ont observé chez les cobayes élevés aseptiquement un certain nombre de symptômes du scorbut, ce qui montre bien que cette maladie n'est pas d'origine microbienne. Les petits cobayes aseptiques meurent rapidement de l'infection cholérique, tandis que les témoins non aseptiques, nourris avec des aliments stérilisés, résistent à la maladie et font disparaître les vibrions ingérés.

SOCIÉTÉ CHIMIQUE DE FRANCE

Séance du 24 Mars 1922

M. **C. Matignon** : *Quelques documents historiques concernant le problème de la synthèse de l'ammoniac.* Dans le procédé de synthèse de l'ammoniaque, tel qu'il est appliqué par la Société Badoise, deux parties distinctes sont à séparer : la combinaison de l'azote et de l'hydrogène sous pression par l'intermédiaire de catalyseurs, d'une part, et d'autre part la préparation de l'hydrogène. En ce qui concerne la réaction synthétique elle-même, plusieurs brevets anciens, mis à jour par le conférencier, montrent nettement que l'emploi des catalyseurs métalliques les plus variés, seuls ou associés entre eux ou mêlés avec des oxydes et supports neutres, était dans le domaine public; que l'intervention de la pression n'est pas davantage un principe nouveau car on la trouve indiquée dans deux brevets différents. En ce qui concerne la préparation de l'hydrogène, l'auteur cite un brevet de 1910, pris sur ses indications par la Société des nitrures, dans lequel est revendiqué, pour la première fois, l'emploi d'un mélange de gaz pauvre et de gaz à l'eau pour obtenir le mélange réactionnel $N + H^3$ après remplacement de l'oxyde de carbone par l'hydrogène, ce remplacement pouvant être réalisé en utilisant une vieille réaction de Merz et Weith : $CO + Ca(OH)^2 = CO^3Ca + H^2$. On savait aussi depuis longtemps que dans la préparation du gaz à l'eau, on remplaçait une partie de l'oxyde de carbone par du gaz carbonique et de l'hydrogène quand on abaissait la température et qu'on augmentait la proportion de vapeur d'eau. D'ailleurs les brevets Sauer de 1907 et Näher et Müller de 1910 revendiquaient essentiellement cette transformation : $CO + H^2O = CO^2 + H^2$, avec ou sans l'aide de catalyseurs. Tous les principes qui sont à la base du procédé étaient donc déjà connus. — M. **Tanret** a recherché dans l'*ergot de Diss* et dans l'*ergot d'Avoine*, communs en Algérie, la présence des principaux corps définis qui ont été isolés jusqu'ici dans le seigle ergoté. Il a reconnu la parenté chimique de ces ergots qui contiennent tous les mêmes principes : graisses et résines, avec ergotinine, ergotoxine et ergostérine; sclérérythrine, sucres (mannite, tréhalose, glucose), ergothionéine... La proportion en est néanmoins fort variable : c'est ainsi que l'ergot de Diss est pauvre en ergotinine cristallisée, alors que l'ergot d'Avoine en contient 0 gr.80 au kilog., chiffre supérieur à la moyenne des seigles ergotés ordinaires. La récolte des ergots de diss et surtout d'avoine pourrait donc être une source de profit pour nos provinces algériennes.

SOCIÉTÉ DE BIOLOGIE

Séance du 1er Avril 1922

MM. **A. Navarro-Martin** et **G. J. Stefanopoulo** : *Action de l'aminophénolarsinate de soude (189) sur les trypanosomiases expérimentales du cobaye.* L'aminophénolarsinate de soude est un puissant agent trypanocide, dont le coefficient thérapeutique chez la souris et le cobaye tout au moins, est plus favorable que celui des autres dérivés arsenicaux employés jusqu'ici. — MM. **J. Giaja** et **B. Males** : *Sur la levure toluénisée et fluorée.* La levure traitée par le toluène ou par le fluorure de sodium accuse une dépense d'oxygène dont l'intensité est du même ordre de grandeur que celle de la levure vivante. L'activité fermentative de la levure toluénisée n'est pas modifiée lorsque la concentration de la solution sucrée varie de 1 à 10 %. — M. **R. Moog** : *Le dosage de l'ammoniac par la méthode de Schloesing.* En opérant dans le vide et en présence d'acide sulfurique normal, le dégagement et l'absorption de l'ammoniac par la méthode de Schloesing sont complets après 12 h. avec la chaux et 20 h. avec la magnésie. Pendant ce temps, l'ammoniac dégagé par l'urée et l'acide urique est de l'ordre du dixième de mgr. — MM. **A. Boquet** et **L. Nègre** : *Sur les antigènes des extraits alcoolo-méthyliques de bacilles de Koch et des lécithines.* Il semble qu'il existe dans les extraits méthyliques de bacilles de Koch : 1° une substance de nature lipoïdique, commune à plusieurs espèces microbiennes, capable de provoquer *in vivo* la formation d'anticorps analogues à ceux que développe la lécithine de l'œuf ; 2° des substances plus étroitement spécifiques, qui, associées au précédent lipoïde, se comporteraient *in vitro* comme un antigène très sensible. — M. **L. Lapicque** : *L'hypertonie minérale dans les Algues marines.* Dans le suc d'un bulbe jeune de *Saccorhiza*, la concentration moléculaire, constituée pratiquement rien que par des sels, présentait un excès de 20 % sur l'eau ambiante, soit une différence de pression osmotique effective pour la turgescence égale à 5 atm. Ce fait paraît général chez les Algues marines.

ACADÉMIE D'AGRICULTURE

Séances de Janvier 1922 (*suite*)

M. **Aug. Chevalier** : *Histoire et amélioration des pommiers à cidre.* Le *Malus dasyphylla* d'Asie occidentale a fourni la plupart des formes du *M. domestica.* Les pommiers à cidre de Normandie auraient pris naissance dans le pays Basque. Le dénombrement des variétés de pommiers cultivés atteint plusieurs dizaines de milliers, et l'on peut en déduire l'utilité d'une fixation à souhaiter des caractères d'un petit nombre des meilleurs types. Il faudrait pour cela des vergers d'essais pouvant poursuivre des études prolongées. — M. **R. Hommell** décrit l'*épizootie de fièvre aphteuse en Alsace et Lorraine de 1918 à 1921.* Il prouve que la stricte application de mesures sanitaires bien comprises peut anéantir une grave épidémie qui a frappé 1.663 communes, 20.000 établissements et 92.000 bovins, causant une perte estimée à 160 millions de francs. Au plus fort de l'épidémie, qui atteignait simultanément 20.000 animaux au début de 1920, un arrêté restrictif de la circulation fit tomber ce chiffre à 3.500 en moins de trois mois. Interdiction du commerce ambulant, mise en quarantaine de 7 jours des animaux importés, amenèrent l'extinction de la fièvre aphteuse en six mois. Tant qu'il n'existera pas de vaccination préventive contre cette maladie, les moyens curatifs ne sont que des facteurs secondaires pour diminuer la contagion. Les mesures de police sanitaire, appliquées avec rigueur, sont au contraire d'une efficacité certaine. Les règlements sanitaires appliqués en Alsace et en Lorraine sont différents de ceux qui sont imposés aux autres départements français. Ils sont, paraît-il, un modèle d'organisation qui pourrait nous inspirer des améliorations de nos propres méthodes. — MM. **L. Moreau** et **E. Vinet** ont étudié l'*évolution de la Cochylis et de l'Eudémis* dans les vignobles de l'Ouest. A l'aide de pièges-appâts, il a été possible de dresser des graphiques de numération et de fréquence relative des papillons de ces espèces. On a pu constater qu'une température de 40° au moment du vol de la Cochylis affecte profondément le développement de celle-ci. Une arrière-saison chaude et sèche favorise l'Eudémis en permettant l'évolution complète de la 3e génération. La répétition de conditions climatériques semblables produit la substitution de la prédominance de l'Eudémis à la Cochylis, et inversement si les années diffèrent. La disparition simultanée de ces deux ampélophages est donc rare. — M. **Raybaud** donne le compte rendu d'un *essai d'acclimatation en Provence de plusieurs graminées coloniales.* Cet essai a duré sept ans, et il a porté sur 79 types, dont 42 Maïs, 20 Sorghos, 5 *Pennisetum*, 4 *Elenzine*, 4 *Paspalum*, 3 *Panicum* et 1 *Setaria.* Certaines variétés ont donné des plantes plus élevées et de plus beaux grains que dans leur pays d'origine. La plupart subissent des perturbations dans leur développement, dues aux conditions nouvelles du rythme du climat thermique et hygrométrique. Certaines variétés de Maïs tunisiens (Ktania Amra, par exemple) bénéficient notablement de la désacclimatation, et de leur introduction en Provence. — M. **Jacques de Vilmorin** a exposé un résumé des *travaux de M. Munerati sur la Betterave à sucre.* Cet expérimentateur italien dispose de 100 ha. de terrains d'essais et d'un gros budget obtenu par une taxe sur la production. Il a étudié notamment l'influence des divers engrais, les variations du contenu en sucre dans les betteraves porte-graines, la richesse saccharine suivant l'étendue des surfaces de culture, les caractères et le développement des betteraves issues d'un même glomérule, l'influence de l'effeuillage sur la teneur sucrière. Il tire de ses expériences diverses conclusions : Les influences météorologiques font varier énormément le poids. L'écartement ne fait pas varier proportionnellement la taille de la racine. Dans des conditions très homogènes de terrain, les betteraves varient beaucoup de poids et de richesse, d'où la difficulté pour établir l'échantillon moyen. L'effeuillage de la betterave diminue la richesse saccharine, la production de feuilles nouvelles se faisant aux dépens du sucre contenu dans la racine. Un glomérule de betteraves est une famille d'individus peu homogènes. M. J. de Vilmorin, qui a étudié les betteraves fourragères sélectionnées, indique que certaines de ses betteraves françaises se montrent égales aux betteraves danoises avec 17 à 18 % de matières sèches. Il reste à sélectionner au point de vue surtout de l'élément nutritif azoté en isolant les amides et les nitrates, ce qui complique le problème. — M. **P. Raybaud** fait une communication sur *le Service agricole de la Cie P.-L.-M.* Cette compagnie de chemins de fer a développé depuis six ans un Service agricole rattaché à son Service commercial et visant à augmenter son trafic de transport des produits de l'agriculture. Elle vise soit l'augmentation du tonnage des produits principaux, soit l'extension de la consommation : éducation du producteur, accroissement des cultures, augmentation des rendements, économie de main-d'œuvre, accroissement du cheptel, recherche des débouchés, amélioration des emballages, organisation de missions d'études, participation aux expositions et concours, mise en valeur de régions peu productives, étude de la résistance des produits aux transports lointains — telles sont les questions qui ressortissent à ce service agricole — déjà imité par d'autres compagnies telles que l'Orléans. La prophylaxie des maladies des plantes et la sélection des semences, l'utilisation des engrais, la préparation industrielle des produits sont susceptibles d'augmenter le rendement agricole et d'influencer grandement le trafic par les voies ferrées.

Séances de Février et Mars 1922

M. **Hickel** appelle l'attention sur l'*utilité d'un enseignement forestier à l'usage des particuliers* qui exploitent des domaines forestiers. Déjà il y a 20 ans nous avions abordé cette même question, qui semble n'avoir fait aucun progrès depuis lors. — M. **Schribaux** a étudié expérimentalement *la deuxième végétation de la pomme de terre.* Les tubercules produits par la première et par la deuxième végétation ont une valeur inégale. Il faut préférer ceux qui germent le mieux, le plus vite, éviter les germes filiformes. Si un tubercule a une nature mixte, il faut supprimer la partie qui est la moins bonne. C'est en plantant des tubercules tout

venant, sans triage raisonné, qu'on arrive à constater la dégénérescence des cultures de pommes de terre. — M. **Faucon** signale la création d'une École saisonnière de Bergers à Rambouillet. On vise particulièrement à maintenir et développer les effectifs si diminués du cheptel ovin. On espère que l'Afrique du Nord pourra accentuer un effort dans ce sens. — M. **E. Rabaté** donne des indications *sur la culture du Lotier corniculé*. Il a cultivé cette plante comme fourrage et comme porte-graines et il en a essayé la propagation dans le Centre et dans le Sud-ouest. Cette plante peut tenir une place à côté de la luzerne et du trèfle. Elle se laisse attaquer par la cuscute, et ses tiges peuvent se coucher; aussi lui donne-t-on des appuis en l'associant au dactyle, au brome, au sainfoin. Ses semences ont une productivité assez irrégulière, mais que la sélection améliorera facilement. L'ensemencement d'un hectare exige 12 kg. et coûte le même prix qu'avec le trèfle violet. Il réussit sous tous nos climats de France, résiste à l'altitude, à la sécheresse, vit dans des sols très variés, même non calcaires et humides. Sa culture donne deux coupes et un regain, on en obtient un bon foin. Plante améliorante comme la luzerne, elle résiste au négril qui attaque celle-ci. Sa durée est indéfinie. Cette plante donnera surtout mesure de sa valeur dans les terres médiocres améliorées par les phosphates et la potasse. — M. **P. Marchal** affirme les résultats effectifs obtenus, avec les virus Danysz modifiés, dans la lutte contre les campagnols. — M. **L. Serre** donne des renseignements sur un Palmier peu connu, *le Pejibaye*, dattier du Costa Rica. Cet arbre donne de septembre à mars 5 régimes de fruits pesant ensemble 50 à 70 kg. Le fruit est jaune, en forme de toupie, à goût de châtaigne, plus nourrissant que la banane. Son noyau dur et blanc renferme une amande oléagineuse. Il y a aussi, parmi les variétés, un Pejibaye sans noyau. — M. **L. Mangin** a étudié le problème *de la reconstitution des châtaigneraies*. Les châtaigniers des Cévennes et du Plateau central sont menacés. On défriche les châtaigneraies comme insuffisamment productives, et la maladie de l'encre y ajoute ses effets qui augmentent le dépeuplement. La replantation s'impose dans quelques départements et la reconstitution pose un problème différent suivant qu'il s'agit de sols attaqués par la maladie ou de sols défrichés volontairement pour la vente aux usines d'extraits tanniques. L'assainissement des sols infectés pourrait être tenté avec du sulfate de protoxyde de fer en solution à 20 %. Un second procédé consiste à introduire des châtaigniers exotiques : *Castanea dentata* donne des variétés japonaises qui résistent bien à la maladie de l'encre, mais pourraient être victimes d'un ascomycète (*Endothia parasitica*). On a trouvé dans une espèce chinoise, *Castanea mollissima*, un type résistant. Le greffage sur ces deux espèces exotiques de nos espèces indigènes donnerait une plus value à leurs fruits. Mais le Service phytopathologique aura la surveillance des plants importés et soumis à une quarantaine qu'imposent les mesures restrictives à l'entrée en France de ces plants étrangers. — MM. **Marc Fouassier** et **Jacques Lhomme** ont recherché si les *Azotobacters* ajoutés à un sol préalablement stérilisé ont une influence sur le développement des plantes. Le sol avait été stérilisé partiellement par le formol à la dose de 3 gr. 45 par m². Après 24 heures on a semé du trèfle et on a arrosé aussitôt avec 5 litres d'eau par m². Dans cette eau, l'*Azotobacter* avait été introduit en abondance. L'*Azotobacter* semble avoir produit un excédent de récolte, mais l'auteur ne donne pas de chiffres. Il indique que le prix de revient du fertilisant serait de 50 fr. par hectare. — M. **René Worms** commente une *décision du Conseil d'Etat* jugeant au contentieux un litige survenu entre deux communes qui se disputaient le mercredi comme jour de foire aux bestiaux : une commune qui entreprend sur les droits de sa voisine, en ouvrant une foire concurrente sans autorisation légale, est astreinte à une indemnité assez élevée, en réparation du dommage. — MM. **Warcollier** et **Le Moal** étudient la *disparition de l'acide sulfureux libre dans un jus de pommes conservé*. Des jus de cidres fermentés sont édulcorés avec des jus de pommes conservés par addition de SO^2. L'expérience montre que les jus sulfités perdent peu à peu de leur acide sulfureux libre, qui passe à l'état combiné au détriment de ses propriétés antiseptiques. Dans les jus de pommes pourries sulfités à 1 gr. par litre, SO^2 disparaît en quelques jours dans la proportion de 90 à 95 %. Les analyses montrent que, sous l'action des corps oxydants, il se forme, aux dépens des sucres et des matières pectiques des jus, de nouveaux corps de nature aldéhydique ou cétonique aptes à fixer de grandes quantités d'acide sulfureux. Les diastases oxydantes des moisissures qu'on trouve dans les jus de pommes pourries semblent très actives pour déterminer les réactions précédentes. Lorsqu'on veut sulfiter des jus de pommes pour les conserver à l'état doux pendant longtemps, il faut donc n'utiliser que des jus sains. — M. **Henry Sagnier** résume une étude *sur l'évolution des cultures de plantes oléagineuses*. La guerre a apporté un trouble profond dans le commerce des matières grasses végétales, dont la valeur a triplé ou quadruplé. L'importance des oléagineux tropicaux va en s'accroissant, et de nouvelles matières premières, peu connues il y a cinquante ans en Europe, continuent une ascension remarquable : tels sont les coprahs et amandes du palmier à huile. — M. **Imbart de La Tour** expose *la situation forestière actuelle* au point de vue économique. Il s'attache à la comparaison des prix de vente par les propriétaires forestiers, ceux du commerce et ceux des salaires des ouvriers bûcherons. Il reconnaît que les frais de transport sont excessifs et doivent être abaissés comme ceux d'ailleurs de toutes les marchandises lourdes. Les bénéfices des intermédiaires sont souvent exagérés, comme aussi les prix des salaires ouvriers. — M. **Paul Dechambre** lit un mémoire sur le sujet suivant : *Applications à l'élevage de quelques aperçus nouveaux sur l'hérédité*. Il envisage notamment quels sont les caractères dominants et les caractères récessifs. Caractères morphologiques comme ceux des pigmentations, huppes des volailles, absence de corne ; caractères physiologiques comme ceux de précocité, de haute production laitière. Il note aussi certaines corrélations : concordance entre le sexe et la coloration par exemple. — M. **Henry Lafosse** résume un travail *sur l'amé-*

nagement des forêts par la méthode expérimentale. — M. **A. Gruvel** envoie une note *sur l'utilisation des peaux de squales dans nos colonies.* Il donne une liste de 12 espèces de grande taille (2 à 5 m. de long) communes à Madagascar et en Indo-Chine, dont il préconise l'utilisation. — M. **Mottet** apporte une note *sur l'Arboretum de Pezanin.* Cet Arboretum, créé en 1904 sur 18 ha. en Saône-et-Loire, a déjà donné lieu en 1918 à un mémoire intéressant qui se trouve ici complété. D'environ 1.000 espèces d'arbres et arbustes essayés à Pezanin, les Conifères se montrent supérieurs aux feuillus. Le climat du Hᵗ Charolais semble très favorable au développement de quelques types : *Abies grandis* ou Sapin de Vancouver, *Pseudotsuga Douglasii, Larix europœa.* Parmi les chênes, le groupe des chênes rouges d'Amérique offre un réel intérêt forestier par la rapidité du développement. On peut citer en particulier *Quercus palustris, rubra, coccinea, tinctoria.* Parmi les essences ornementales, les espèces d'*Abies* d'Orient viennent très bien. *Abies concolor* et *A. arizonica* y acquièrent une glaucescence d'une haute valeur décorative. Parmi les *Picea,* c'est le *P. Omorica* qui atteint la plus grande hauteur. Il atteint 7 mètres de haut à dix ans de plantation, et produit des graines fertiles. Parmi les Pins, l'auteur signale la réussite de *Pinus flexilis* et *P. Coulteri.* Il note aussi *Tsuga canadensis* et *T. Mertensiana, Juniperus Virginiana, Thuya gigantea* et *Libocedrus decurrens.* Par contre, parmi les échecs complets, il mentionne *Ginkgo biloba* qui supporte pourtant bien le climat rigoureux de Lorraine. — M. **Delamarre de Monchaux** a communiqué à l'Académie le premier fascicule du *Recueil officiel des Standards des Races françaises d'oiseaux et d'animaux de basse-cour.* Cette publication est un essai intéressant de recensement de nos races françaises ; elle orientera les efforts faits pour leur amélioration et leur sélection et facilitera le travail des jurys dans les concours. — M. **Ardouin-Dumazet** signale l'entrée du Département de l'Aube dans la *production du tabac de Champagne.* C'est dans la région viticole, qui proteste contre son classement en 2ᵉ zone, que se produit l'extension de la culture nouvelle. Un des planteurs, en 1921, a obtenu 170 fr. de tabac à l'are. On comprend qu'un tel rendement attire de nouveaux adhérents au Syndicat des planteurs français de tabac qui comprend plus de 40.000 membres. L'Aube livrera son tabac en gare de Brienne et dépendra de la circonscription de Vesoul. — M. **Sourisseau** a communiqué une note *sur les poteaux-supports des lignes électriques agricoles.* Il préconise le simple poteau de sapin injecté et recherche les systèmes les plus recommandables pour les types de prises de courant. — M. **Schribaux** signale l'intérêt du *Sapin de Douglas en Danemark* et en profite pour préconiser la sélection des essences forestières. C'est une question qui avait déjà été envisagée antérieurement par le Professeur Guinier de Nancy. — M. **P. Lavallée** donne le compte rendu des *expériences de culture de la pomme de terre à la Ferme expérimentale d'Avrillé.* Il apporte des conclusions sur l'influence que peut avoir l'origine de la semence sur l'économie de cette culture et son rendement pratique. — M. **Fonzes-Diacon** présente une note *sur les vins anormaux de* 1921. Les pluies violentes survenues après une longue période de sécheresse ont apporté de troublantes modifications à la composition habituelle des vins méditerranéens. Les plus riches en potasse se sont les plus appauvris en tartre, franchissant la limite au-dessous de laquelle les règles officielles les font considérer comme vins mouillés. — M. **H. Velu,** étudiant la *lutte contre les insectes parasites des cultures coloniales,* préconise les arsenicaux qui ont fait leur preuve en Amérique, mais dont l'emploi est entravé en France par la législation.

EDMOND GAIN.

ACADÉMIE ROYALE DE BELGIQUE

CLASSE DES SCIENCES

Séance du 3 Décembre 1922

1° SCIENCES MATHÉMATIQUES. — M. **Cl. Servais** : *Sur la géométrie du tétraèdre.* II. — M. **L. Godeaux** : *Sur une involution rationnelle douée de trois points de coïncidence, appartenant à une surface algébrique de genre* 3. II.

2° SCIENCES PHYSIQUES. — MM. **P. Bruylants** et **A. Stassens** : *Contribution à l'étude des composés à noyau triméthylénique.* Les auteurs ont étudié l'action de Cl et Br sur l'acide triméthylène-carbonique. Ils ont également établi l'existence d'une combinaison moléculaire de cet acide avec l'eau.

3° SCIENCES NATURELLES. — M. **A. Dalcq** : *Sur les modifications physiologiques de l'œuf d'*Asterias glacialis *au cours de la maturation et après la fécondation.* L'auteur a étudié l'action sur l'œuf de quelques solutions salines hypertoniques et des bases fortes. Il confirme les observations fondamentales d'Herlant sur les œufs d'oursin, non seulement pendant le premier cycle cellulaire de l'œuf fécondé, mais aussi pendant la maturation. — M. **G. Leplat** : *De la musculature interne de l'œil de quelques Reptiles.* Les musculatures irienne et ciliaire des Reptiles ressemblent fort à celles des oiseaux. Cependant, chez ces derniers, les fibres du muscle tenseur de la choroïde ont toutes une direction méridienne, tandis que chez les Chéloniens, les Sauriens et peut-être les Crocodiliens, les fibres du muscle de Müller ont une disposition spéciale : elle semble répondre à la présence du muscle transverse, particulier à ces Reptiles, et en équilibrer la traction oblique. L'aspect seul de ce muscle transverse impose la pensée d'une analogie entre lui et le muscle *protractor lentis* des Urodèles. *Sur le développement de la musculature interne de l'œil des Reptiles.* Chez les Reptiles, le muscle ciliaire se forme, *in situ,* aux dépens du mésenchyme périoculaire, comme chez tous les Vertébrés. Le muscle transverse a la même origine mésodermique. Le sphincter de la pupille, ici comme dans toutes les classes de Vertébrés, est d'origine ectodermique et dérive de la rétine.

Le Gérant : Gaston DOIN.

Sté Gle d'Imp. et d'Ed., rue de la Bertauche, 1, Sens.

33e ANNÉE N° 10 30 MAI 1922

Revue générale des Sciences pures et appliquées

FONDATEUR : LOUIS OLIVIER

DIRECTEUR : J.-P. LANGLOIS, Professeur au Conservatoire national des Arts-et-Métiers, Membre de l'Académie de Médecine

Adresser tout ce qui concerne la rédaction à M. J.-P. LANGLOIS, 8, place de l'Odéon, Paris. — La reproduction et la traduction des œuvres et de travaux publiés dans la *Revue* sont complètement interdites en France et en pays étrangers y compris la Suède, la Norvège et la Hollande

CHRONIQUE ET CORRESPONDANCE

§ 1. — Mathématiques

A propos de la conception einsteinienne de l'espace fini. — Nous recevons de M. R. Paucot, proviseur du Lycée de Lorient, la lettre suivante :

« Monsieur le Directeur,

« Auriez-vous l'obligeance de bien vouloir accorder l'hospitalité des colonnes de votre revue à quelques remarques, complétant peut-être l'article fort intéressant paru dans la *Revue* du 15 avril sur l'espace fini et sans bornes ?

« M. Thiry y montre avec raison que le désaccord entre einsteiniens et euclidiens provient du choix d'une unité différente de mesure des longueurs et que les deux conceptions opposées se concilient par la variation de l'une des unités par rapport à l'autre.

« J'avais moi-même indiqué ce point de vue dans un article de la *Revue Scientifique* : « La durée et la conception einsteinienne du temps » (n° du 15 janvier 1922), où je disais à propos de l'expérience de Michelson :

« Ce que l'on constate, c'est une discordance entre la longueur définie au moyen du corps solide et celle définie au moyen du chemin optique. »

« On pourrait peut-être ajouter ceci :

« La règle solide parfaite est, bien entendu, une abstraction de géomètre, et non une réalité de physicien : c'est la longueur euclidienne.

« Le chemin optique constant est un postulat commode pour les calculs des physiciens ; c'est donc aussi une abstraction, qui résulte d'une certaine conception d'un lien entre l'espace et le temps, contenue dans la définition de l'intervalle relativiste : c'est la longueur einsteinienne.

« L'espace mesuré en chemin optique, en siècles-lumière unités de longueur, est fini, puisqu'on peut en mesurer les dimensions à l'aide d'un nombre fini de ces unités ; mais, comparée à une règle solide, cette longueur augmente indéfiniment quand on s'éloigne des masses gravitantes, c'est à-dire que la vitesse de la lumière augmente indéfiniment, dans un champ gravifique de plus en plus faible, pour un euclidien qui mesure les longueurs avec une règle solide.

« Pour celui-ci donc, l'espace est infini puisqu'il lui faut un nombre infini de règles indéformables mises bout à bout pour mesurer ce nombre fini de siècles-lumière, dont la longueur est de plus en plus grande pour le géomètre euclidien.

« Réciproquement, le géomètre einsteinien voit se contracter ces règles solides, la vitesse de la lumière étant pour lui une constante absolue, et l'espace infini est alors une illusion que l'on dissipe de la même façon que le paradoxe de Zénon, comme le fait remarquer M. Thiry.

« L'expérience peut-elle décider entre les deux points de vue ? Je ne le pense pas ; si même on prouvait la contraction des solides réels dans les conditions indiquées par les relativistes, cela ne prouverait pas la contraction du solide parfait, abstraction pure, et indéformable par sa définition même.

« Une géométrie est vraie dès qu'elle est pensable ; bien qu'il n'y ait ni solides parfaits ni transmission instantanée de signaux, nous avons observé des solides assez rigides et des signaux assez rapides pour concevoir abstraitement le solide indéformable et le signal instantané, base de la simultanéité absolue dans le temps.

« Ce passage à la limite a été imposé à notre esprit parce que, pendant fort longtemps, nous n'avons pu constater de déformations sensibles de certains solides très rigides, et surtout nous ne pouvions faire aucune différence entre la vitesse très grande de la lumière et une vitesse infinie.

« La notion abstraite et absolue de solide indéformable et de transmission instantanée en est résultée, et c'est sur ces abstractions qu'est construite la géométrie euclidienne, dès lors valable abstraitement pour notre esprit, en dehors des conditions physiques réelles.

« L'espace n'est pas une réalité en soi, mais une conception très abstraite de notre esprit ; c'est en quelque sorte la projection dans le plan de notre esprit de certaines propriétés des corps, dites spatiales, propriétés idéalisées par l'abstraction et pour lesquelles notre esprit a été amené à procéder à un passage à la limite.

« L'espace ne peut donc être, à vrai dire, ni einsteinien ni euclidien, donc ni fini, ni infini ; mais notre idée de l'espace s'est formée dans des conditions telles que nous l'avons conçu euclidien et par là même infini.

« Les théories de la relativité nous permettent de comprendre comment et dans quelles conditions il eût pu en être autrement.

« Quant à l'espace-temps à 4 dimensions, ce n'est à vrai dire qu'une traduction, en langage géométrique, d'équations où figure le temps; ce n'est pas une conception géométrique véritable et primitive comme l'est la géométrie euclidienne et comme auraient pu l'être les géométries de Riemann ou de Lobatchefsky.

« Veillez agréer, Monsieur le Directeur, etc...

« **R. Paucot.** »

§ 2. — Art de l'Ingénieur

Sur l'emploi de la vapeur à haute pression. — Bien que l'intérêt des hautes pressions soit généralement apprécié partout, la plupart des techniciens considèrent encore qu'en pratique il n'est pas possible d'aller très loin dans le relèvement de la pression des installations à vapeur; à une récente session de l'Association des Ingénieurs électriciens d'Angleterre, par exemple, la question a été discutée par divers spécialistes et la conclusion des débats a été, semble-t-il, qu'il n'y a pas grand'chose à attendre de l'application de la vapeur à haute pression.

Les Allemands paraissent être d'un autre avis ; W. Schmidt, dont on connaît le rôle dans le perfectionnement de la machine à vapeur et la mise en pratique du surchauffeur, s'est livré à de longs travaux sur l'emploi de la vapeur à haute pression, jusqu'à 60 atmosphères, et les ingénieurs allemands sont disposés à considérer que ses études et essais ont établi que la question de la production en grand de la vapeur à haute pression est pratiquement résolue.

La première installation de l'espèce réalisée par Schmidt remonte à 1910 ; elle comportait une chaudière à tubes d'eau de 1 m² de surface de grille et 72 m² de surface de chauffe, avec surchauffeur, travaillant sous une pression de 60 atmosphères ; cette chaudière donnait 700 kg. de vapeur à 450° C., 60 atmosphères, par heure, avec une charge de 100 kg. de charbon et 7.500 cal. au kg.

En 1910, cette chaudière fut légèrement modifiée : la surface de grille étant portée à 1,44 m², on put en obtenir 1.340 kg. de vapeur par heure ; ce résultat a été confirmé par de nombreux essais effectués, sur une plus grande échelle, après la guerre ; la machine employée en conjonction avec la chaudière était une machine Schmidt tandem à simple effet, soupapes en nickel et fonte.

On l'a modifiée, en lui donnant un cylindre de 180 mm. de diamètre, ce qui a obligé à réduire la pression à 45 atmosphères ; les conduites n'ont que 1/6,3 de la section qu'elles devraient avoir sous 10 atmosphères ; leurs parois ne doivent pas avoir plus de 4,5 à 5 mm. d'épaisseur ; bourrages et joints en klingerit ; avec la nouvelle disposition de la chaudière, on a supprimé la surchauffe intermédiaire (entre les deux cylindres h. p. et b. p.) ; la machine marche à 150 tours par minute.

La consommation de vapeur est de 2.410 cal. par cheval-heure indiqué à 33 atmosphères et de 2.390 cal. à 44 atmosphères ; des essais ont été faits aussi avec des machines à plusieurs cylindres d'autres systèmes, à grande vitesse, 1.000-1.500 tours par minute ; la consommation de vapeur a été de 5,7 à 6,3 kg. de vapeur par cheval-heure effectif ; rendement dans le cylindre à haute pression 75,6-88,5 %, dans le cylindre à basse pression 50 %, température de la vapeur à l'entrée, respectivement 400 et 233-262° C.

La construction des machines à haute pression ne présente pas de difficulté ; elle est pratiquement possible pour toutes puissances ; les machines à haute pression procurent, à égalité de vide, une économie de 20 % comparativement aux machines à 15 atmosphères ; elles sont particulièrement avantageuses dans des installations où l'on utilise la vapeur d'échappement au moyen de machines à pistons ou de turbines.

On réalise alors dans la partie haute pression le même rendement qu'avec une installation équivalente à condensation et l'on récupère, en supplément, toute l'énergie par les vapeurs d'échappement ; la possibilité de travailler avec des pressions à la sortie relativement élevées sans influer appréciablement sur le rendement facilite d'ailleurs notablement l'arrangement général des installations.

L'encombrement et le coût des machines à haute pression sont moindres, à égalité de puissance, que pour les machines à moyenne pression ordinaires ; les frais d'installation des chaudières à haute pression sont à peine plus élevés que pour de bonnes chaudières ordinaires.

Henri Marchand.

§ 3. — Physique

La radiation J. — Les différences considérables entre les résultats obtenus par les divers chercheurs qui ont étudié la dispersion des rayons X semblent indiquer l'existence d'une radiation ayant une longueur d'onde plus courte que celles de la série K, à laquelle on a donné le nom de radiation J. Son existence cepen-

dant n'a pas été généralement acceptée, surtout, comme le dit M. A. Crowther[1], « parce qu'une radiation de ce type n'est pas prévue par la théorie courante sur la structure de l'atome ».

M. Crowther a étudié les rayons X dispersés par la paraffine, le cuivre et l'aluminium. Il interprète les résultats obtenus par l'émission de radiations fluorescentes qui, provenant de substances dont le poids atomique est faible, sont peu intenses en comparaison des radiations K et très différentes d'elles : elles comprennent en effet des raies très éloignées dans le spectre.

§ 4. — Zoologie

Quelques mots sur la spécificité parasitaire chez les Crustacés. — Sans vouloir ici poursuivre un débat théorique, et restant sur le terrain de l'observation impartiale, je voudrais signaler une série de faits qui, sans infirmer, *pour tous les cas*, une théorie générale de la spécificité parasitaire, en restreignent cependant la portée.

On sait que l'on entend par *spécificité parasitaire* l'exclusivité du parasitisme d'une espèce sur une autre: à chaque hôte correspond une espèce déterminée de parasite, toujours la même, et réciproquement, un parasite donné — un stade larvaire libre par exemple — ne pourra se fixer et évoluer que sur un hôte, et un seul.

De cette conception, relativement plus ancienne qu'on ne le croit généralement, découlent plusieurs conséquences importantes, relatives à la taxonomie des parasites. Comme l'a fort bien montré J. Guérin-Ganivet[2] qui cependant conclut favorablement à la théorie — la systématique des parasites sera soumise aux vicissitudes de celle des formes parasitées. Que deux espèces d'hôtes doivent être considérées comme synonymes, et on devra conclure *a priori*, — et toute conclusion de ce genre est à rejeter, dans le domaine de la biologie descriptive, — à l'identité des parasites. D'autre part, pour certaines formes offrant de grandes ressemblances à l'état adulte, les sacculines par exemple, on en arrivera à négliger totalement la morphologie de l'animal et à le définir *uniquement* par l'hôte qu'il infeste, ce qui donne lieu à des diagnoses manifestement insuffisantes ! Ou bien, pour distinguer à tout prix, sous le nom d'espèce, les individus récoltés sur des hôtes différents, on devra avoir recours à des caractères tout à fait insignifiants, de coloration par exemple. Hesse, le laborieux investigateur de la rade de Brest, et l'auteur de remarquables travaux[3] sur les Crustacés, a cru devoir créer dix-neuf espèces d'*Anceus*. Hesse croyait à la spécificité parasitaire : « Elles (*les pranizes*) ont des préférences qui indiquent un discernement que l'on est surpris de rencontrer dans des êtres aussi infimes ; chaque *Ancée* paraît en effet adopter une espèce de poisson sur lequel il vit exclusivement[1]. » Bien d'autres citations pourraient être apportées ici. Fidèle à sa doctrine il nomme, au fur et à mesure de ses captures, un *Anceus lupi*, un *A. trigli*, un *A. cotti bubali*, un *A. scombri*, un *A. congeri*, etc. Il est inutile d'ajouter que les diagnoses de ces espèces sont fondées sur des caractères en relation avec la variation individuelle possible ou même avec l'état d'évolution du spécimen. L'emploi de la coloration, en particulier, est particulièrement néfaste pour caractériser des Gnathiidae dont les stades larvaires sont remarquablement polychromes. Des 19 espèces de Hesse, deux, trois peut-être ont été revues ; l'espèce banale de nos côtes, *Gnathia maxillaris* (Mont), étant représentée dans les travaux de Hesse par une quinzaine de synonymes !

J. Guérin-Ganivet, qui a vu les inconvénients de ces diagnoses incomplètes, cherche à sauver le principe de la spécificité par l'étude des larves. Si, dit-il, la sacculine du crabe ordinaire est à l'état adulte parfaitement identique à celle d'un *Portunus* ou d'un *Platyonichus*, les stades larvaires diffèrent peut-être. L'idée de rechercher chez les larves des caractères spécifiques véritables sera certainement féconde, mais ne risque-t-on pas d'élever au rang de caractère spécifique des détails de structure attribuables à une variation individiduelle ou à une influence écologique locale ?

Allons plus loin : souvent une espèce valable de parasite a été décrite sur un exemplaire unique ; longtemps elle n'a donc été connue que comme corrélative d'un seul hôte : de quel droit affirmer la spécificité d'un tel parasite ?

Passons maintenant rapidement en revue les groupes de Crustacés parasites : pour *chacun* d'entre eux, à côté de formes spécifiques (tout au moins jusqu'ici) nous découvrirons des formes susceptibles de parasiter plusieurs hôtes.

Les *Copépodes* renferment de très nombreuses espèces de parasites, dont beaucoup peuvent parasiter plusieurs hôtes. Citons ici : *Lepeophteirus sturionis* Kr. qui se trouve non seulement sur l'esturgeon mais sur un trigle, *Lernæenicus encrasicoli* (Turtor), sur l'anchois et le spratt, *Lernæopoda galei* Kr. sur le milandre, l'émissole, la petite roussette, le chien de mer.

Parmi les *Cirripèdes*, le groupe le plus intéressant au point de vue qui nous occupe est celui des Rhizocéphales. Bornons-nous au genre *Sacculina*. On l'a découvert sur des crabes, des portunes, des sténorhynques, des pirimèles, des xantho, des pises, des carpilius, des gonoplax et d'autres genres encore. Pour les uns (Giard) il y a autant d'espèces de sacculines que d'hôtes ; pour d'autres (Guérin-Ganivet) il y en a *presque* autant, celles du *Portunus nolsatus*, du *P. marmoreus*, *P. pusillus*, du *Platyonychus latipes* ne pouvant véritablement pas être séparées de celle du crabe ; pour d'autres enfin (Smith), il n'existe qu'une sacculine susceptible d'infester un grand nombre d'hôtes. D'autres genres de parasites se rencontrent sur plusieurs espèces d'hôtes.

Les *Isopodes* ont longtemps fourni des arguments aux partisans de la spécificité : le groupe des Epicarides

1. A. Crowther : *Philosophical Magazine*, novembre 1921.
2. Contribution à l'étude systématique et biologique des Rhizocéphales, p. 10-11. *Trav. Scienc. Laborat. Concarneau*, tome III, fasc. 7, 1911.
3. Contenant souvent d'ailleurs de grossières erreurs d'observation.

1. *Revue des Sciences naturelles*, t. IV, p. 455 ; 1875.

paraissait, il y a vingt ans, satisfaire aux exigences de cette théorie. Il n'en est plus de même aujourd'hui. Toute une série de formes se révèlent capables d'infester plusieurs espèces, plusieurs genres, plusieurs familles, plusieurs ordres[1]. Citons les faits suivants : *Boryrus squillarum* est trouvé sur *Leander serratus*, *L. squilla*, *L. Fabricii*; *Bopyrina virbii* sur *Hippolyte varians*, et *H. viridis*; *Pseudiore Hyndmanni* sur *Eupagurus bernhardus* et probablement *Hippolyte varians*; *Athelges paguri* sur *Eupagurus bernhardus*, *E. Prideauxi*, *Anapagurus laevis*; *Aspidophryxus peltatus* sur *Erythrops erythrophtalma*, *E. microphtalma*, *E. serrata*, *E. elegans*, *Paraerythrops obesa*, *Mysidopsis didelphys*; la famille des *Dajidæ*, que l'on croyait exclusivement parasite des Mysidacea, s'étend aux Décapodes (Richardson 1908, Koehler 1911). Parmi les autres groupes d'Isopodes parasites, celui des Cymothoadés ne nous occupera pas ici, et nous avons déjà parlé de celui des Gnathiidés.

Une conclusion s'impose. Devant l'impossibilité d'énoncer des lois d'une portée générale s'étendant par exemple à toutes les formes parasites du règne animal, nous pouvons dire que, chez les Crustacés, il n'existe pas de spécificité parasitaire *absolue*. Il y a cependant des *espèces* qui sont liées à un hôte déterminé ; les exemples que nous avons cités, parmi tant d'autres, montrent que la théorie de la spécifité parasitaire est loin de présenter la généralité qu'on lui a parfois attribuée.

Th. Monod.

§ 5. — Géographie et Colonisation

Une grande traversée africaine ; la Mission Bruneau de Laborie. — Chargé par le Ministère des Colonies et la Société de Géographie d'une mission dans le Territoire du Tchad, M. Bruneau de Laborie en a profité pour étendre son itinéraire d'une façon considérable; il a poussé à l'est jusqu'au Soudan Egyptien et il est revenu en France par l'Algérie après avoir traversé tout le Sahara. Aussi a-t-il pu rapporter de ce voyage d'abondants et précieux documents.

En dehors de certaines questions purement géographiques, il avait été surtout chargé d'étudier, dans la région du Tchad, tout ce qui se rapporte au développement du coton et du bétail, en raison des grands avantages qu'ils peuvent offrir dans ces pays pour l'industrie française. La science retirera aussi de ce voyage bien des indications utiles, comme le montrent déjà certaines impressions résumées par M. Bruneau de Laborie dans un récent article[2].

Parti de Bordeaux le 3 janvier 1921, il débarqua à Cotonou, au Dahomey, et gagna Lagos, dans le Nigéria dont il fit la traversée jusqu'au Bornou, au sud du lac Tchad, et de là, par le nord du Cameroun, il atteignit Fort-Lamy, près du confluent du Chari et du Logone. Se dirigeant alors vers le sud, il remonta le Logone jusqu'à Laï (Béhagle), puis, se portant vers l'est, il se rendit à Fort-Archambault et, par Am Timane, atteignit au Dar Four la frontière du Soudan Egyptien. Remontant vers le nord, il arriva à Abecher d'où, prenant la direction de l'ouest en traversant le Ouadaï, il vint au lac Tchad. Après avoir visité une partie des îles qui s'y trouvent répandues, M. Bruneau de Laborie, passant par le Kanem, contourna le lac par le nord jusqu'à l'embouchure de la Komadougou, située à l'ouest, puis entra dans le Territoire du Niger et se rendit à Zinder.

C'est de cette ville qu'il entreprit, le 20 octobre, pour rentrer en France, la traversée du Sahara qui devait ajouter environ 3.000 kilomètres au long parcours qu'il avait déjà effectué ; elle put s'accomplir sans incident. Le voyageur, étant passé par Agadès et Iferouane, arriva à Tamanrasset, dans le Hoggar, où il put saluer les tombes de deux glorieux Français, le R. P. de Foucauld et le général Laperrine, dont les noms se rattachent à l'histoire du Sahara. Du Hoggar, M. Bruneau de Laborie continua sa route vers le nord par In Salah, El Goléa et Ghardaïa; il arriva à Alger au début de février 1922, puis rentra à Paris.

M. Bruneau de Laborie estime que l'étendue du lac Tchad, qui varie d'ailleurs avec les saisons et les années, est d'environ quarante-deux fois celle du lac de Genève. Dans certaines parties, ce vaste réservoir est couvert d'archipels qui le découpent en une série de lacs communiquant les uns avec les autres par des passes étroites. Beaucoup de rives de ces îles sont couvertes de roseaux, qui sont de plus en plus étendus à mesure que l'on avance. Si, après deux ou trois jours de navigation, on tente d'aborder, on s'aperçoit que la terre n'émerge plus, et que ces roseaux ne font que donner une illusion de sa présence. Il y a partout de un à deux mètres de profondeur, et il est désormais impossible de prendre pied. Ces rives de trompeuse apparence présentent ensuite des solutions de continuité nombreuses et c'est de plus en plus une zone donnant une impression d'inondation, où apparaissent de temps à autre des troncs d'arbres flottants. Lorsque le vent s'élève, il arrive que se montrent de fortes vagues rendant la navigation dangereuse.

Grâce à sa traversée du Sahara, M. Bruneau de Laborie a pu se former une opinion éclairée sur l'intérêt qu'offrait la construction du Transsaharien, depuis longtemps déjà envisagée, et il a fait ressortir tous les intérêts qu'il présenterait pour un rendement plus efficace de notre domaine colonial africain[1].

Gustave Regelsperger.

1. Cf. W. M. Tattersall : Isopoda in Marine Fauna of the coast of Ireland. *Fisheries, Ireland, Sci. Invest.*, 1904, II (1906).

2. Ouadaï-Tchad-Sahara (*Le Temps*, 30 avril 1922).

1. Voir son article : A propos du Transsaharien, dans *Le Temps*, du 13 mai 1922.

LA DÉRIVE DES CONTINENTS

SELON LA THÉORIE D'ALFRED WEGENER

La Géologie, depuis la synthèse générale qu'en fit Edouard Suess, depuis la découverte, par Marcel Bertrand, Schardt, Lugeon, Termier, des grandes nappes alpines de charriage, ne s'est enrichie d'aucune idée plus importante, ni plus nouvelle que la théorie de Wegener.

Alfred Wegener, de Marbourg en Hesse, n'est point un géologue; il est géophysicien. Mais c'est devant les géologues allemands, réunis à Francfort le 6 janvier 1912, qu'il vint pour la première fois exposer son hypothèse. Et celle-ci, en effet, concerne beaucoup plus l'histoire de la Terre, ses changements d'autrefois, que l'état d'équilibre relatif où nous la voyons aujourd'hui.

Depuis 1912, Wegener a mûri et précisé sa théorie. Elle fut critiquée, dans ses principes et dans ses conséquences, par de nombreux savants allemands, hollandais, scandinaves; lui-même l'a fortifiée d'arguments nouveaux. En 1920, il en publia un nouvel exposé, qu'il considère à peu près comme définitif; dès lors, les géologues se passionnent pour ou contre, et cette discussion encombre les revues d'outre-Rhin [1].

En France, où les théories d'Einstein et la psychanalyse de Freud sont si furieusement à la mode, on ignore presque entièrement l'hypothèse de Wegener; je ne crois pas qu'aucune revue spéciale en ait encore parlé. Le programme du Congrès international de Géologie qui se tiendra l'été prochain à Bruxelles n'en fait aucune mention. C'est là une lacune fâcheuse. Car si l'idée de Wegener est critiquable à plus d'un point de vue, si les réserves à son égard s'imposent, on ne peut plus actuellement l'ignorer ni la passer sous silence.

Il est évidemment impossible, dans les limites d'un article tel que celui-ci, de traiter en détails et complètement la théorie de la dérive des masses continentales. Il ne peut s'agir que d'en tracer les grandes lignes. Cependant, nous nous attacherons ici à donner une idée juste de cette hypothèse, en suivant avec fidélité la pensée de l'auteur, quitte à abréger nos réflexions personnelles. Il importe d'abord que les géologues français soient mis au courant; les critiques naîtront d'elles-mêmes.

Mais j'insiste encore sur le fait que Wegener n'est qu'un géologue d'occasion; il faut accepter sa gaucherie, et se tenir de pousser les hauts cris lorsqu'elle se manifeste. Les absurdités apparentes de sa théorie, il n'est pas certain qu'elles condamment l'idée fondamentale, ni même qu'elles aient grande importance. Cuvier s'est mal trouvé d'avoir dédaigné, sur leur raideur formelle et sur leurs contradictions, les écrits de Lamarck.

I. — Le déplacement des masses continentales

Wegener suppose que les masses continentales sont mobiles, qu'elles peuvent se déplacer horizontalement. Réunies autrefois en un seul bloc, elles se seraient individualisées par d'énormes cassures, puis éloignées peu à peu les unes des autres. L'Amérique, selon lui, était intimement liée à l'Europe et à l'Afrique. L'Atlantique ne serait qu'une longue fracture, graduellement élargie. L'Australie et la Nouvelle-Guinée, autrefois rattachées à l'Antarctide, auraient vogué vers le Nord-Ouest, retroussant devant elles la guirlande des îles de la Sonde.

Primitivement, enfin, la partie la plus superficielle de l'écorce terrestre s'étendait sur l'ensemble du globe, recouverte entièrement d'eau : c'était la « Panthalassa » d'Edouard Suess. Sous l'effet d'une force quelconque, la pelure superficielle fut déchirée, et les deux bords de la fente écartés, tandis que cette croûte plastique se plissait, comme une lanterne de papier qu'on ouvre. Ainsi naquirent les premières chaînes de montagnes et, dans la déchirure, le premier fond océanique. Dès lors, cette vaste et unique étendue continentale s'est morcelée à son tour, sem-

1. Alfred Wegener : Die Entstehung der Kontinente und Oceane, 2e Auflage. — 1 vol. in-8°, viii-135 p., 33 fig., collection *Die Wissenschaft*, Vieweg und Sohn, Braunschweig, 1920.

C'est dans cette brochure, sauf indications spéciales, que nous chercherons nos références.

Alfred Wegener : Die Entstehung der Kontinente. *Geologische Rundschau*, vol. III, p. 276-292, 3 fig. ; 1912.

Id. : *Petermann's Mitteilungen*, 1912, p. 185-195, 253-256, 305-309.

— *Zeitschrift der Gesellschaft für Erdkunde*, 1921, n° 3 à 4 : Vorträge, gehalten in der Fachsitzung am 21.2.21 :

Alfred Wegener : Die Theorie der Kontinental verschiebungen, p. 89-103.

Franz Kossmat : Erörterungen zu A. Wegeners Theorie der Kontinentalverschiebungen, p. 103-110.

Albrecht Penck : Wegeners Hypothese der kontinentalen Verschiebungen, p. 110-120.

W. Schweydar : Bemerkungen zu Wegeners Hypothese der Verschiebung der Kontinente, p. 120-125.

A. Wegener : Schlusswort, p. 125-130.

Walther Penck : Zur Hypothese der Kontinentalverschiebung, p. 130 à 143.

blable à une immense banquise [1]; les fragments s'en vont à la dérive, flottant sur le magma profond; la résistance du magma à ces mouvements de translation provoque les plissements montagneux qui diminuent la superficie continentale. Et les bassins océaniques actuels occupent les étendues abandonnées par la croûte superficielle de la terre, par la lithosphère. Les fonds marins sont donc constitués par une autre couche, plus interne, par la pyrosphère basique solidifiée [2].

Nous allons préciser et examiner l'une après l'autre ces assertions qui paraissent d'abord pure fantaisie; voyons auparavant sur quels faits s'appuie Wegener. Prenons l'exemple de l'Atlantique; c'est le plus manifeste et c'est lui qui a fourni la première idée de cette hypothèse.

II. — L'Atlantique

Si l'on découpe, sur un globe terrestre, l'Amérique du Sud et qu'on tente de l'accoler à l'Afrique, on ne peut qu'être étonné de la concordance parfaite qui existe entre les deux continents. Le cap St-Roque vient s'emboîter dans le golfe de Guinée; l'inflexion de la côte de Bahia est occupée par le renflement de celle du Gabon; le bombement du cap Frio comble sans lacunes la baie de St-Paul de Loanda et l'échancrure de Rio-de-Janeiro épouse Mossamédès avec une stricte fidélité.

Pour l'Amérique centrale et l'Amérique du Nord, le raccord avec l'Afrique et l'Europe ne va pas si facilement. Mais si l'on cherche à rassembler en un bloc unique le *bouclier canadien*, le Groenland et le *bouclier scandinave*, les correspondances géologiques vont apparaître avec une non moins surprenante unanimité (voir fig. 1).

C'est Marcel Bertrand qui, le premier, en 1887, envisagea la chaîne hercynienne des Appalaches comme le prolongement des plis armoricains, et les bassins houillers d'Amérique comme la suite directe de ceux de Belgique, de France et d'Angleterre. Jusqu'ici, on admettait qu'entre deux un vaste continent s'était effondré, sur toute la largeur de l'Atlantique.

Mais si l'on rapproche les continents, les deux tronçons de cette chaîne, fort sinueuse dans son ensemble, se rejoignent parfaitement. Supposer un effondrement de l'Atlantique, c'est admettre entre ces tronçons connus un segment hypothétique plus vaste que les régions hercyniennes d'Europe et d'Amérique réunies.

1. Lee comparaisons avec une lanterne de papier, avec les fragments d'une banquise, sont de Wegener lui-même (*Loc. cit.*, p. 59, 20, 51, etc.).

2. Wegener dit « *la barysphère* », mais ce terme est généralement employé dans le sens de noyau central.

Au nord de la chaîne hercynienne s'allonge en Europe la chaîne *calédonienne*, plissée à la fin

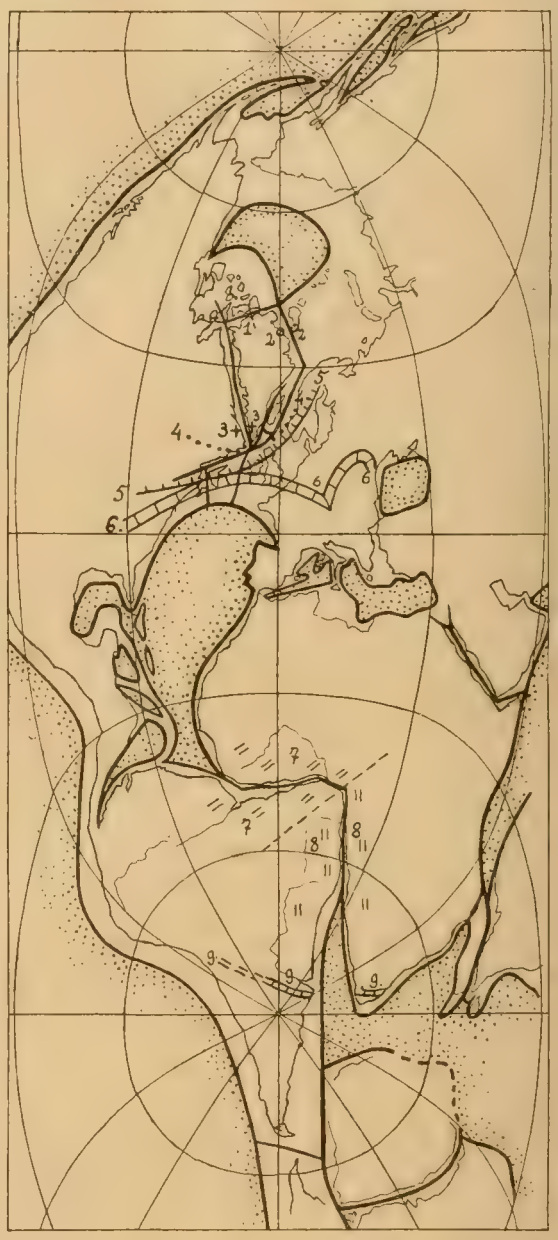


Fig. 1. — *L'Atlantique à l'époque éocène, d'après Wegener* (sans tenir compte des mers épicontinentales).

1. — Raccord de la limite du Dévonien et du Trias, sur la terre de Grinnel et le Groenland.
2. — Raccord des dépôts carbonifères du Spitzberg et du Groenland.
3. — Raccord des roches intrusives précambriennes, au Labrador et au Groenland.
4. — Chaîne Huronienne.
5. — Chaîne Calédonienne.
6. — Chaîne Hercynienne.
7. — Plis anciens du Brésil Nord et de la Guinée.
8. — Plis des gneiss du Brésil Sud et d'Angola.
9. — Sierras de Buenos Aires et chaîne du Cap.

du Silurien. En Amérique se retrouve, exactement dans la même position, ce que Termier a nommé les *Calédonides canadiennes*, où se con-

tinuent certainement celles d'Europe. Pareille concordance existe encore entre les vieux plis *huroniens* des Hébrides, de l'Écosse septentrionale, et ceux des gneiss du Labrador.

Ce n'est pas tout; la reconstruction de Wegener fait coïncider les roches intrusives précambriennes du Labrador avec celles qu'on trouve, identiques, dans le Sud du Groenland; les dépôts houillers de la côte orientale Groenlandaise, avec ceux du Spitzberg; elle raccorde en outre, entre la terre de Grinnel et le Nord du Groenland, les limites du Trias et du Dévonien.

Les géologues se sont étonnés de voir, en Amérique, les moraines frontales de la grande glaciation quaternaire descendre beaucoup plus loin vers le Sud qu'en Europe, atteindre la côte atlantique dans la région de Boston, alors qu'elles n'arrivent pas jusqu'à Bristol. Or si l'on joint l'Amérique et l'Europe de façon à renouer les chaînes hercyniennes, calédoniennes, huroniennes, les moraines frontales, de part et d'autre de l'Océan, viennent, elles aussi, coïncider.

Nous avons vu avec quelle perfection les côtes de l'Amérique du Sud s'emboîtent dans les sinuosités du rivage africain. Si l'on examine la structure géologique des deux continents, la concordance est encore plus stupéfiante. Les travaux de Lemoine[1] ont fait connaître la constitution de la Guinée. Le vieux massif gneissique africain est affecté, dans le Soudan et jusqu'au Cameroun, de plis dirigés au NE, comme le cours supérieur du Niger. Au Sud du Cameroun, un plissement moins ancien a une direction méridienne. Et voici que le vieux massif gneissique du Brésil a subi, d'après Vélain[2], des plissements qui se raccordent exactement à ceux d'Afrique, lorsqu'on rapproche les deux continents.

Plus au Sud, une virgation hercynienne des Andes aboutit à la côte atlantique près de Mar del Plata : ce sont les Sierras de Buenos-Aires décrites par H. Keidel, qui déjà avait noté leur concordance probable avec la chaîne permienne du Cap[3]. Leur jonction est parfaite lorsqu'on accole l'Amérique à l'Afrique.

1. LEMOINE : Afrique occidentale. *Handbuch der Regionalen Geologie*. VII, 6 A, 14. Heft, p. 57. Heidelberg, 1913 (je cite la référence de Wegener).

2. ED. SUESS : La Face de la Terre, trad. de Margerie, Vol. II, p. 222 et 223 (Référence de Wegener sur l'édition allemande).

3. H. KEIDEL : La geologia de las Sierras de la Provincia de Buenos-Aires y sus relaciones con las Montañas de Sud-Africa y los Andes. *Annales del Ministerio de Agricultura, Sección geologia*, IX, 3. Buenos-Aires, 1916.

H. KEIDEL : Ueber das Alter, die Verbreitung und die gegensentigen Beziehungen der verschiedenen tektonischen Strukturen in den argentinischen Gebirgen. Étude faite à la 12e Session du Congrès géologique internationale Ottawa, 1914.

Est-ce là un hasard ? Il aurait suffi, le long de cet immense bord atlantique, que les Sierras de Buenos-Aires arrivent au littoral quelques centaines de kilomètres plus au Nord ou plus au Sud pour que leur attache à la chaîne du Cap contredise le dessin des côtes brésiliennes et congolaises. Or, il y a, au contraire, entre ces deux phénomènes si différents, correspondance absolue.

Il ne faut pas oublier, en outre, que l'Amérique du Sud est autrement orientée que l'Afrique. Les rivages américains ne sont nullement parallèles à ceux de la Guinée ou d'Angola ; les plis des gneiss brésiliens ont, actuellement, une tout autre direction que ceux du Soudan ; la chaîne du Cap ne correspond plus à celle de Buenos-Aires. L'Amérique du Sud a subi une torsion de 45° par rapport à l'Afrique. « Quoi ! s'écrie Wegener, aucun parallélisme et pourtant concordance parfaite ! » et il récapitule les preuves géologiques, qui en s'additionnant augmentent en puissance exponentielle la probabilité de ses conclusions. La Cordillère du Cap, les plis brésiliens, les moraines frontales, les chaînes hercyniennes, calédoniennes, huroniennes de l'Amérique du Nord ! « Nous pouvons en gros parier un million contre 1 pour la théorie des déplacements continentaux. » L'Ancien et le Nouveau Monde sont comme deux fragments d'un journal déchiré que l'on peut raccorder ligne à ligne[1].

III. — LA COMPOSITION DE L'ÉCORCE TERRESTRE

Wegener est un esprit systématique et un géophysicien. Dès le premier exposé de sa théorie, il l'appuyait de considérations générales sur l'écorce terrestre, il la fondait sur des doctrines dont les géologues ont appris à se méfier. C'est là le point faible de son argumentation, et certainement les « preuves » qu'il tire de la Géophysique auront peine à se faire admettre en France, comme elles lui ont valu en Allemagne ses plus violents contradicteurs. Mais en France, son langage et ses idées sur l'écorce choqueront plus encore : car il se sert de la terminologie de Suess en la détournant de sa signification première, en donnant aux distinctions établies par le maître

1. *Zeitschr. d. Gesellsch. für Erdkunde*, loc. cit., p. 94, 95, 96. Il faut ajouter tout de suite que cette concordance parfaite de part et d'autre de l'Atlantique a été contestée dans la discussion de la Gesellschaft für Erdkunde. Kossmat a objecté que les Pyrénées, ainsi que les plis hercyniens de la Meseta espagnole, et les chaînes du Maroc, n'avaient aucun correspondant aux États-Unis. Walther Penck donne des plissements brésiliens une autre esquisse que Vélain et qui ne s'appliquerait plus au Soudan tel que le décrit Lemoine. Il n'admet pas non plus le raccord de la chaîne du Cap avec els Sierras de Buenos-Aires, qui se trouveraient plus de 300 km. trop au Sud pour vérifier la théorie de Wegener.

un caractère beaucoup plus absolu, plus rigide. Et c'est là, en Allemagne, une déformation trop commune pour qu'on s'en étonne encore.

Suess distingue[1], dans le globe terrestre, trois zones ou enveloppes concentriques qu'il nomme d'après leur composition chimique. Au centre la barysphère ou le *nife* (composé de Ni et de Fe), puis le *sima* (où prédominent Si et Mg) et le *sal* (Si, Al). La densité va décroissant de l'une à l'autre. Le *sal* est constitué principalement par des gneiss, des granites et les terrains sédimentaires; le *sima* comprend les roches basiques telles que le basalte.

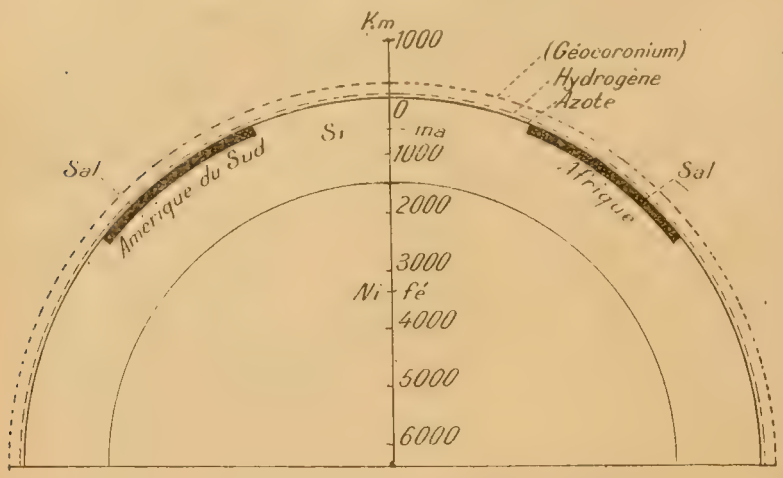


Fig. 2. — *Constitution du globe terrestre, d'après Wegener.*

Or les phénomènes volcaniques nous apprennent qu'à une certaine profondeur, que l'on peut évaluer à 30 ou 40 km[2], les roches sont en fusion, tout imprégnées de gaz. La lithosphère solide repose en équilibre sur ce bain de magma plus dense ; et pour que l'équilibre archimédien soit possible, il faut admettre que les masses continentales, plus élevées, plongent ainsi plus profondément dans le magma que les planchers océaniques, et, par conséquent, que la lithosphère légère est plus épaisse sous les continents que sous les mers. L'hypothèse est vérifiée par les mesures d'intensité de la pesanteur : celle-ci, qui devrait être plus faible sous les océans, se trouve *compensée* par la proximité plus grande du *sima* basique.

Telle est la thèse soutenue par la *théorie de l'Isostasie*, imaginée dès 1855 par Pratt, développée par Airy, Dutton, Heim et, en France, par Lippmann[3].

Wegener part de l'isostasie ; elle représente pour lui plus qu'un ensemble de faits, un système de *nécessités* physiques hors desquelles on ne peut imaginer l'état du globe terrestre.

Mais, au lieu d'admettre que sous les océans la croûte de *sal* est plus mince, il suppose simplement *qu'elle n'y existe pas*. Les masses continentales seules seraient formées de *sal;* elles flotteraient, isolées, sur le magma fluide, et dans les fonds océaniques affleurerait la zone plus profonde et distincte du *sima*. La lithosphère ne serait plus représentée que par les continents (voir fig. 2).

Et voici sur quoi il fonde cette hypothèse. Si l'on fait la statistique des surfaces de même altitude, positive et négative, sur la Terre, et qu'on en exprime le résultat par une courbe, celle-ci présente deux maxima très nets, l'un à + 100 m., l'autre à la profondeur de — 4.700 m. environ (fig. 3.). C'est dire que, sur la Terre, les régions qui ont ces altitudes sont beaucoup plus étendues que les autres. Pour Wegener, cette particularite si frappante ne peut s'expliquer qu'en admettant que la face de la Terre est formée de deux couches distinctes, de nature différente. L'une est représentée par les continents, dont on sait qu'ils sont bordés, en général, par un talus en pente raide; l'autre, ce sont les vastes étendues océaniques, dont le fond est peu accidenté.

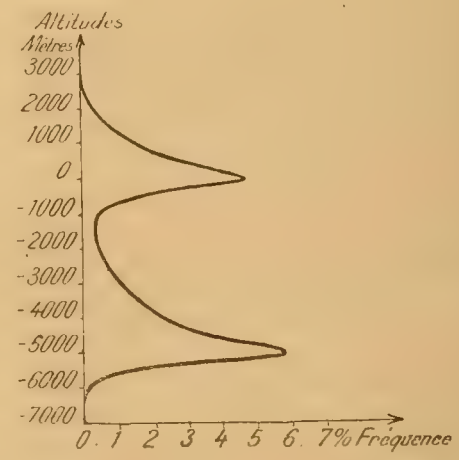


Fig. 3. — *Courbe de la fréquence des diverses altitudes sur la Terre, d'après Wegener.*

Ces deux zones bien tranchées, Wegener ne

1. Ed. Suess : La Face de la Terre, vol. III, 4e partie, *Les Profondeurs*, pages 1457, sqq.
Rinne : L'étude pratique des roches, trad. Pervinquière, 2e éd., p. 2.
2. Wegener estime que les gneiss n'entrent guère en fusion que vers 100 km. de profondeur (*loc. cit.*, p. 25 et 26).
3. Cf. A. Berget : La Vie et la Mort du Globe, Flammarion, 1912, p. 50.

met pas en doute qu'elles ne soient le *sal* [1] et le *sima*.

Les socles continentaux, saliques, d'une densité moyenne de 2,8, flottent en plongeant dans le bain de *sima*, dont la densité, à sa partie supérieure, serait de 2,9, comme les glaçons sur l'eau. L'épaisseur moyenne des continents serait de 100 km. environ, variant de 50 à 200 km. suivant l'altitude des régions terrestres, selon la loi d'isostasie. A la base du socle salique, il y aurait donc déjà fusion partielle des gneiss, et là Wegener reconnaît que la limite n'est peut-être pas nettement tranchée entre les deux enveloppes de la Terre [2]. Sauf cette restriction, il raisonne toujours comme si leur individualité était bien distincte.

Dans cette position d'équilibre hydrostatique, les continents peuvent se mouvoir horizontalement. « Le *sima* cède en s'affaissant sous les socles continentaux en dérive, et derrière eux se relève [3] », en subissant lui-même des remous, dont on pourrait voir la manifestation, par exemple, dans le banc des Seychelles (au NE. de Madagascar) et dans les îles Fidji.

IV. — Orogénèse

Pour Wegener, un des principaux avantages de son hypothèse est de fournir une théorie orogénique qui nous délivre des idées en cours. Les géologues, en effet, en sont encore à admettre, d'après les travaux de Dana, d'Albert Heim et de Suess, que les plissements sont dus à la contraction de l'écorce, causée par le refroidissement progressif du noyau terrestre. La Terre serait une pomme dont la pelure se ratatine. Or c'est là une idée insoutenable. Sait-on seulement, depuis la découverte de la radioactivité, si l'intérieur de la Terre se refroidit ou s'il se réchauffe? Et lorsqu'on cherche à calculer en gros à quel refroidissement correspondrait le plissement des seules chaînes tertiaires, d'après un coefficient de dilatation moyen, on trouve une diminution de température, pour l'ensemble du globe, de 2400°, ce qui est évidemment inadmissible [4].

1. Wegener dit « *Sial* », pour éviter toute confusion avec le terme latin qui désigne le sel.

Il faut remarquer que, dans la pensée de Suess, il n'y avait pas différence nette entre le *sima* et le *sal*, mais bien passage graduel, de densité insensiblement décroissante, et même mélange. « L'enveloppe salique, dit-il (*loc. cit.*, p. 1462), est principalement constituée par du gneiss ou, plus exactement, par l'ensemble de sédiments métamorphiques variés et de batholites qui sont réunis sous ce nom, depuis le gneiss à hornblende, déjà assez riche en *sima*, du faîte voisin du Baïkal, jusqu'au prétendu gneiss « normal » de Freiberg... etc. « — Il admet plutôt une séparation assez tranchée entre le *sima* et le *nifé*, à environ 1 500 km. de profondeur.

2. Wegener, *loc. cit.*, p. 24.

3. Wegener, *loc. cit.*, p. 54.

4. Wegener ne tient pas compte ici des formidables dégagements gazeux des magmas, ni des masses éruptives qui passent de la pyrosphère sur la lithosphère.

La formation des chaînes de montagnes s'explique beaucoup plus simplement, pour Wegener, par la résistance qu'oppose le *sima* au front des continents en dérive. De cette résistance naît une compression, qui s'exerce sur la plate-forme et en provoque le plissement.

La poussée orogénique ne se produirait donc qu'au niveau du *sima*. En effet, selon l'isostasie, la hauteur des socles continentaux, au-dessus des fonds océaniques, ne représente que 5 % de leur épaisseur totale; 95 % baignent dans le magma. Et toute augmentation de l'altitude correspond, pour la partie inférieure du *sal*, à un épaississement 19 fois plus grand. Les plissements de l'écorce que nous voyons ne sont rien, comparés à leur répercussion interne; ou plutôt, c'est le phénomène interne, c'est l'épaississement de la base du *sal* qui est la chose importante, et nos montagnes n'en sont que le contrecoup atténué. C'est donc une pression agissant à

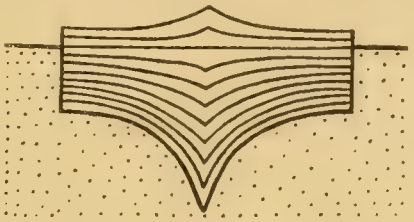


Fig. 4. — *Un plissement selon la loi d'isostasie, d'après Wegener.*

la profondeur des océans, vers 5.000 m., qui plisse les chaînes; et ne peuvent être surélevées par le plissement que les zones supérieures au niveau du *sima* [1] (voir fig. 4).

La pression latérale ne plisse que les socles continentaux, seuls assez rigides [2]. Il faut renoncer à voir, dans les géosynclinaux, où se préparent les chaînes, des mers profondes. Ce sont des mers épicontinentales. Les sédiments dont sont formées les montagnes sont, en effet, des dépôts terrigènes, voisins des côtes. L'approfondissement graduel du fond du géosynclinal n'est dû qu'à la pression isostatique des sédiments qui le comblent.

1. Wegener, *loc. cit.*, p. 31. — Il suffirait que ces conclusions apparaissent nécessaires pour infirmer les principes de l'isostasie, car elles sont directement contredites par l'observation géologique. Les exemples de charriages *superficiels*, où la pression s'est effectuée au-dessus du niveau de la mer, abondent dans les Alpes. Et il suffit de citer le cas du Simplon, où les nappes inférieures ont été recouvertes autrefois par 20 km. de matière, et ont été tout de même surélevées, pour démentir la dernière affirmation de Wegener. — Cf. Emile Argand : Les nappes de recouvrement des Alpes Pennines et leurs prolongements structuraux, p. 3. (*Matériaux pour la Carte géol. suisse*, nouvelle série, vol. XXXI, Berne 1911), et Coupes géologiques dans les Alpes occidentales (Carte spéciale n° 64, Berne, 1911).

2. Nous reviendrons sur ce point tout à l'heure.

Du reste, les roches sédimentaires ne forment qu'une partie négligeable des masses continentales. Si en certains points elles atteignent 10 km. d'épaisseur, leur puissance moyenne ne dépasse pas, d'après Clarke, 2.400 m. Les 97 % des continents sont constitués par le « terrain primitif[1] ».

Mais, sur l'emplacement des futures chaînes de montagnes, l'affaissement des dépôts sédimentaires, grâce à l'isostasie, diminue l'épaisseur du socle, et c'est une des raisons qui font des géosynclinaux les zones faibles de l'écorce, celles qui subiront les plissements.

Voici donc comment se passent les phénomènes :

Une étendue continentale se brise sur toute sa longueur et toute son épaisseur, suivant un système de fractures analogues à celles qui traversent l'Afrique et la Syrie. Sitôt la fissure assez large, le *sima* la remplit. Puis les deux parties continentales s'écartent. Elles égrènent parfois des fragments de lithosphère découpés par des failles satellites; ce sont des îles. Sur leur front d'avancement, les socles continentaux subissent, de la part du *sima* solidifié, une résistance suffisante pour plisser leur plate-forme bordière.

Il ne faut pas se figurer que la mise au jour du magma fluide s'accompagne d'éruptions catastrophiques; car l'eau océanique est là, dont la pression critique ne dépasse pas 200 atmosphères. A 2.000 m. de profondeur, l'eau n'entre plus en ébullition, quelle que soit la température[2]. C'est pourquoi les volcans sous-marins sont si paisibles. En outre, les masses continentales, en équilibre, n'exercent aucune pression sur le magma dans lequel elles plongent. Les volcans naissent bien plutôt sur le front d'avancée des socles en dérive, où ceux-ci refoulent le *sima*, dont la partie supérieure est solidifiée.

Nous verrons plus loin les suppositions qu'on peut faire sur la cause des déplacements continentaux. Wegener compare ces mouvements à ceux d'une plaque de caoutchouc élastique, dont on tirerait l'une des extrémités. L'allongement d'un des diamètres provoque le rétrécissement de l'autre, comme sous l'effet d'un refoulement bilatéral, d'une compression. C'est dire qu'il peut naître des fractures et se produire des inflexions horizontales au bord postérieur de la plaque, comme lorsque l'on comprime un jeu de cartes couché sur sa tranche. Tel est le mécanisme que Wegener invoque pour expliquer les guirlandes d'îles le long de la côte pacifique de l'Asie. Ces guirlandes sont retenues en arrière par adhérence au *sima* pacifique, lequel, mis au jour depuis très longtemps, est refroidi et solidifié sur une grande épaisseur. Tout le continent asiatique émigrait vers l'ouest. La traction exercée par le continent sur son bord détaché en guirlandes a provoqué, entre les îles et la surface du *sima* océanique, par décollement partiel, un sillon très profond (fosses des Aléoutiennes, des Kouriles et du Japon). Tandis que le *sima* fluide est venu percer en fenêtre dans les mers de Behring, d'Okhotsk, du Japon et de Chine, entre les guirlandes et le continent qui les avait abandonnées. Et ce *sima*, comprimé par la courbure des guirlandes, jaillit en volcans sur leur bord concave.

En se déplaçant vers l'Ouest, les continents ont eux-mêmes subi des déformations. La résistance du *sima* étant proportionnelle au front d'avancée, et la force qui pousse les continents proportionnelle à leur surface, ce sont les régions les moins larges qui seront les plus retenues dans leur mouvement. L'exemple de l'Amérique est admirable, où d'une part les Antilles, d'autre part les Sandwich avec les Orcades et la Géorgie du Sud, sont restées en arrière, tordues en boucles et égrenées par les vastes socles qui poursuivaient leur dérive vers l'occident; et de cette dérive naissaient les Rocheuses et les Andes.

Pourquoi, d'autre part, les masses continentales mobiles ne plissent-elles pas devant elles la surface solidifiée du *sima* pacifique ?

C'est que le sima est trop plastique; devant les socles continentaux, il « cède en fuyant par dessous ou latéralement, tout juste comme l'eau entre deux icebergs qui se rapprochent[1] ». Le *sal* est moins plastique que le *sima*, et aussi moins fusible. Il plonge d'une centaine de km., à peine fondu à sa base, dans un magma déjà liquide. Tout au plus, lorsque l'épaisseur des continents augmente, un paquet de *sal* fondu peut-il rester pris dans le sima, et abandonné par le socle qui fuit vers l'ouest. Ainsi s'expliquerait, par exemple, le seuil étrange qui s'allonge au milieu de l'Atlantique et que E. Haug a interprété comme une chaîne de montagnes en formation. Il n'y a pas de chaînes sur les fonds océaniques, dont la topographie peu accidentée restait inexplicable jusqu'ici.

1. « Urgestein » (*loc. cit.*, p. 22). — Est-il besoin de rappeler que les gneiss, dont on faisait jadis le type des terrains primitifs, sont actuellement reconnus pour d'anciens sédiments métamorphiques? Suess le remarque clairement dans la définition, citée plus haut, qu'il donne de la couverture salique.

2. Wegener (*loc. cit.*, p. 52) indique 20 atmosphères et 200 mètres d'épaisseur d'eau. C'est un lapsus.

1. Wegener (*loc. cit.*, p. 20).

***

Nous ne pouvons tout de même poursuivre cet exposé fidèle sans relever les contradictions foncières de la théorie orogenique de Wegener.

Admettons que le *sima* forme les fonds océaniques. Si faible soit sa conductibilité thermique, il doit être solidifié sur une grande épaisseur, de 20 à 30 km. tout au moins [1]. Et comme c'est la partie la moins dense du *sima* qui se trouve à sa surface, sa croûte solidifiée devrait être en équilibre *isostatique* sur le magma plus profond.

Alors, ou bien cette croûte de *sima* est plus plastique que la plate-forme continentale — et c'est elle qui doit se plisser ; elle ne peut offrir une résistance suffisante au front des continents en dérive pour provoquer leur compression en cordillères montagneuses ; ou bien cette croûte simique est plus rigide que les continents — et ceux-ci ne peuvent plus bouger ; ils ne voguent pas comme un glaçon sur l'eau, mais sont bloqués comme un vaisseau pris dans la banquise.

Wegener (*loc. cit.*, p. 27 et 28) admet une rigidité du *sima* 8 fois moins forte que celle de l'acier ; mais il se base sur les données sismologiques de Benndorf et de Pockels, qui envisagent *l'ensemble* du *sima*, jusqu'à une profondeur de 1.500 km. Or sur cette épaisseur, la plus grande partie du *sima* est en fusion, donc beaucoup plus plastique. Le *sima* solidifié est plus rigide que le *sal*, comme le basalte est plus rigide que le gneiss [2].

En outre, la notion de géosynclinal échappe complètement à Wegener ; dans la définition de Haug, qu'il cite p. 30, il remplace simplement ce terme par celui de « *Schelf* », qui signifie aussi bien plate-forme continentale que mer épicontinentale. Pour lui, la Méditerranée actuelle n'est pas un « Schelf » ; les dessins que nous reproduisons (fig. 1 et 5) le montrent clairement. Mais les géosynclinaux alpins, hercyniens, calédoniens, la Thétys étaient des « Schelf ». Or les plissements hercyniens se sont produits, en Europe et en Afrique, de l'Angleterre au Sahara, sur une *largeur* de 30° de latitude ; les plissements calédoniens, des Hébrides au Gabon, sur une largeur de 50°. Imagine-t-on les mers continentales qui les auraient préfigurés ?

Enfin, la Méditerranée actuelle est manifestement, pour tous les stratigraphes, un vestige de la *Thétys*, de cette vaste mer qui, dès le Dévonien, et tout au long des ères secondaire et tertiaire, couvrait en partie l'Europe et le Nord de l'Afrique. Suess a magnifiquement raconté son histoire au Miocène. Au Pontien, après le plissement principal des Alpides, elle ne s'étendait pas plus loin, vers l'Est, que la Sardaigne et la Corse. On ne saurait admettre, pour la Méditerranée, une nature entièrement différente de celle des géosynclinaux alpins ou hercyniens. Malgré sa profondeur, de même que dans ces géosynclinaux, il ne s'y dépose que des sédiments terrigènes.

Quel que soit donc le sort réservé à la notion des déplacements continentaux, la théorie orogénique de Wegener, de même que ses idées sur la constitution de l'écorce terrestre, paraissent dès maintenant inadmissibles. Et cependant, c'est par la théorie orogénique qu'il commence l'exposé de ses vues, comme si elles représentaient son argument le plus fort.

Il faut remarquer, toutefois, que l'hypothèse de Wegener est assez souple, dans son idee fondamentale, pour s'accorder avec des theories orogéniques bien differentes.

Nous allons examiner, désormais, des faits beaucoup plus probants et des considérations beaucoup mieux justifiées, qui donnent son véritable intérêt à la théorie de Wegener.

V. — Les ponts continentaux

L'existence, autrefois, de relations entre des continents fort éloignés à l'époque actuelle, est un des faits les mieux établis par la science géologique. Que l'on étudie la distribution des flores anciennes sur le globe, les migrations des animaux terrestres, les affinités dans l'espace des faunes marines, l'extension des chaînes de montagnes paléozoïques, ou la nature des sédiments, les conclusions de chacune de ces recherches spéciales portent à admettre qu'il y eut des *ponts* jetés autrefois entre nos continents dispersés. La synthèse de Suess a mis en lumière de la façon la plus frappante ces connexions, dont on peut même, avec une certaine exactitude, suivre les avatars, dater les interruptions ou la rupture définitive. Qu'il nous suffise de renvoyer à l'admirable *Traité de Géologie* d'E. Haug, où, période après période, sont analysés les faits dont la concordance ne permet plus de doute à l'égard de ces ponts continentaux.

1. Wegener admet (p. 44 et 51) que le *sima* est d'autant plus profondément solidifié qu'il est depuis plus longtemps découvert ; c'est logique ; mais lorsqu'il estime que toute la durée de l'ère tertiaire (qu'il évalue à plus de 40 millions d'années) n'est pas suffisante pour solidifier les fonds océaniques. — dont la matière serait encore « trop fluide pour pouvoir se fissurer », — on peut trouver qu'il exagère.

2. Rinne (Étude pratique des roches, 2e éd., p. 288) donne des chiffres indiquant la *résistance à l'écrasement* en kgr. par cm² :

Granite..... 800 — 2.500 (et jusqu'à 3.000)
Basalte..... 4.000 — 5.000.

On imagine donc qu'à certaines époques, les continents se prolongeaient là ou règne aujourd'hui l'océan. On parle d'un *continent Nord-Atlantique* qui, du Cambrien au Quaternaire, se serait étendu depuis le Canada jusqu'en Écosse; d'un *continent de Gondwana* qui aurait réuni, à la fin des temps primaires, le Brésil, l'Afrique, l'Inde et l'Australie. On sait que le détroit de Mozambique s'ouvrit au Lias; au Crétacé supérieur la séparation du Brésil et de l'Afrique fut accomplie, etc.

Il faut bien convenir alors que ces ponts continentaux se sont *effondrés* dans les fonds océaniques actuels. Mais cette conception soulève de grandes difficultés; on ne retrouve en effet aucune trace de ces masses disparues; le fond de l'Atlantique n'est pas différent, entre l'Irlande et le Labrador, de ce qu'il est entre les Antilles et Gibraltar — où la mer n'aurait cessé de s'étendre pendant l'histoire géologique. D'autre part, lorsqu'on cherche à se figurer le volume d'eau que ces ponts, s'ils se rétablissaient, devraient déplacer, il semble que presque toute la surface de la terre serait immergée. Enfin, l'effondrement de masses si étendues, à des profondeurs de 5 ou 6 km., ne s'accorde nullement avec les nécessités de l'isostasie.

On peut alors chercher à tourner la difficulté, à imaginer des chapelets d'îles plutôt que de véritables continents. Plusieurs géologues, au contraire, ont pris le parti de nier ces ponts continentaux, et d'affirmer la *permanence des Océans;* tels sont entre autres Bailey Willis en Amérique, Penck en Allemagne, etc. Ils s'appuient sur le fait, incontestable, que nous ne connaissons, parmi les sédiments anciens, presque aucun dépôt abyssal. Mais ils se trouvent bien embarrassés pour rendre compte de toutes les migrations intercontinentales des faunes et des flores.

La théorie de Wegener lève toutes ces difficultés. Si les continents autrefois étaient accolés, si les transgressions marines qu'ils ont subies ne furent qu'épicontinentales, le désaccord entre partisans des ponts et partisans de la permanence des océans n'existe plus. Le continent Nord-Atlantique, le continent de Gondwana s'expliquent tout naturellement (voir fig. 5). Ils n'ont pas vu la moitié de leur masse s'effondrer dans la mer, ils se sont seulement disjoints et nous avons montré avec quelle précision l'on pouvait raccorder certains de leurs morceaux, comme l'Amérique du Sud et l'Afrique.

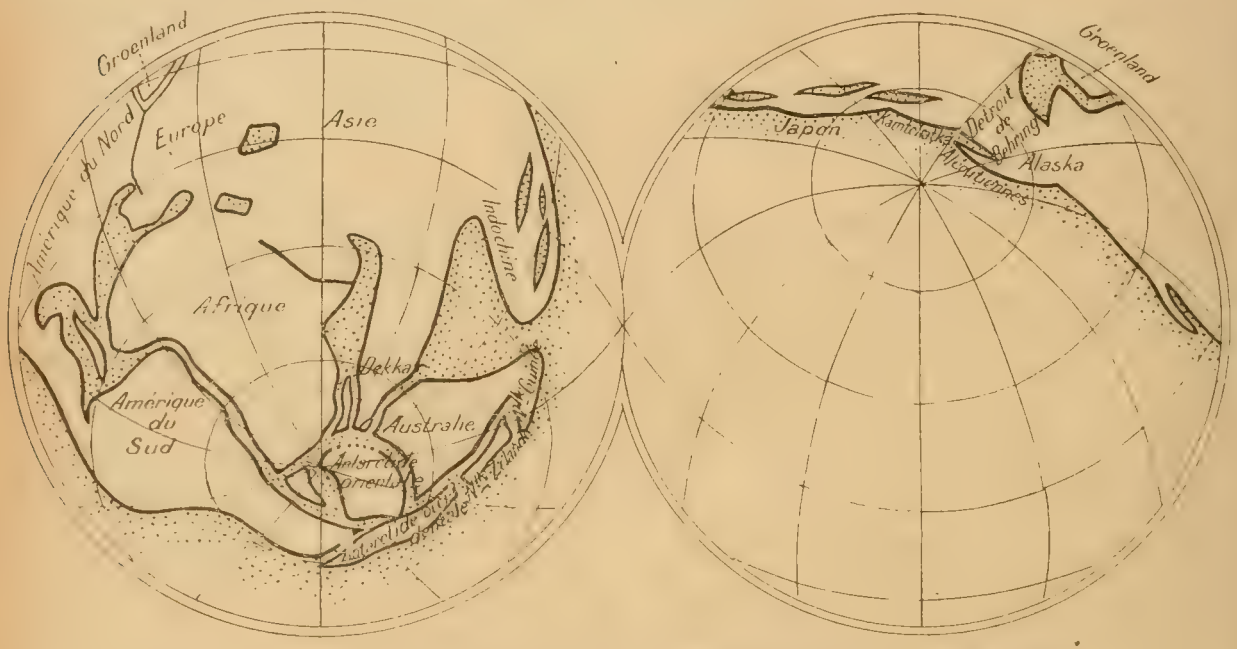


Fig. 5. — *Position des masses continentales à la fin de l'époque anthracolitique, d'après Wegener* (sans tenir compte des mers épicontinentales).

Le cas de l'Australie est particulièrement intéressant. Sa faune actuelle est formée de trois éléments distincts: une faune très ancienne, dont les affinités sont avec l'Afrique; une faune « endémique », faite de Marsupiaux et de Monotrèmes, dont les proches parents se retrouvent en Amérique du Sud, une faune papoue, enfin, toute récente, qui n'occupe encore que la Nouvelle-Guinée et la côte orientale du Queensland. Il semble donc que l'Australie ait été en relation prolongée avec l'Amérique du Sud, et que sa proximité des îles de la Sonde soit récente.

Or le dessin des îles qui entourent au Nord

l'Australie serait la preuve évidente, pour Wegener, d'un refoulement dû à l'intrusion d'une masse étrangère, qui serait la Nouvelle-Guinée et l'Australie jointes par un haut fond. La guirlande d'îles qui entoure la mer de Banda a été tordue sur elle-même, courbée en une boucle complète; la Nouvelle-Poméranie (Nouvelle-Bretagne) paraît avoir quitté la direction générale des archipels Bismark et Salomon, avoir pivoté sur elle-même, entraînée par la Nouvelle-Guinée. La fosse qui s'étend au Sud de la Nouvelle-Poméranie serait l'effet de ce mouvement.

On pourrait multiplier les exemples. Wegener en étudie plusieurs en détail et l'on ne peut qu'admirer la simplification que son hypothèse apporte aux problèmes de la paléogéographie.

L'esquisse que donne Wegener de la position des continents à la fin de l'ère primaire (fig. 5) n'est qu'un premier essai. Il ne la donne que pour tel. Envisagée ainsi, on ne peut nier qu'elle ne présente une image nouvelle et des plus suggestives. Il est des corrections qu'un géologue pourrait y faire d'un trait de plume. Je me suis interdit d'y toucher, pour n'affaiblir en rien la saveur de cette ébauche, et ne pas me substituer à l'inventeur d'une théorie que je crois féconde.

VI. — Les glaciations carbonifères

A la fin de la période carbonifère, le continent de Gondwana, qui réunissait le Brésil, l'Afrique, l'Inde et l'Australie, fut couvert de glaciers. On en a trouvé des traces manifestes dans chacune de ces parties du globe, ainsi qu'aux îles Falkland. C'est là un fait indéniable, mais dont l'explication n'est point aisée [1]. On a supposé que le pôle Sud était alors situé au centre de l'océan Indien. Mais aux antipodes, au Mexique, on ne trouve pas trace d'un pôle Nord, et les formations houillères des États-Unis, qui sont bien connues, ont un caractère nettement tropical.

Du reste, même si l'on pouvait placer le pôle Sud au centre des glaciations carbonifères, leur extension autour de lui serait si vaste, que les bords de la banquise atteindraient le 35e ou le 30e degré de latitude.

On admet plutôt un soulèvement en masse du continent de Gondwana. Mais c'est presque tout un hémisphère qu'il faut alors supposer surélevé.

Avec l'image que donne Wegener des continents au Carbonifère, tout se simplifie. L'extension de la calotte glaciaire apparaît considérablement diminuée, et l'on peut y placer le pôle Sud, car, aux antipodes, s'étendait un océan dont la place ne fut occupée par l'Amérique qu'à une époque beaucoup plus récente.

Cet exemple, particulièrement typique, nous amène à traiter brièvement la question, insoluble jusqu'ici, de la paléo-climatologie, que Wegener résout en admettant une migration des pôles.

VII. — Le déplacement des pôles terrestres

La possibilité du déplacement de l'axe terrestre avait été niée, à la suite des travaux de Laplace et d'Euler, qui considéraient le Globe comme rigide. Wegener, naturellement, va d'abord discuter longuement cette question, et se rallier à la thèse de Schiaparelli [1], qui justifie sa théorie.

Nous examinerons plutôt les arguments géologiques, qui nous inclinent à supposer qu'en effet les pôles terrestres se sont déplacés au cours des âges.

Certains animaux, marins et terrestres, et surtout les plantes que l'on trouve fossilisées dans les sédiments, nous permettent d'estimer le climat qui régnait, à telle ou telle période, sur les régions connues de la terre.

Il semble, d'après ces données, que l'atmosphère terrestre n'ait pas été en se refroidissant, comme on le croyait jadis, mais que les zones torrides, lesquelles s'étendaient, au Cambrien, sur tout le Globe, se soient graduellement localisées autour de l'Équateur. Les variations locales et temporaires du climat s'expliqueraient, une fois admis ce grand principe, par l'établissement de courants marins, chauds ou froids, et par des oscillations altitudinaires régionales. Telle est la thèse soutenue par E. Haug dans son *Traité de Géologie*.

Mais comment expliquer cette uniformité primitive du climat tropical? On ne peut plus invoquer, comme le faisait Faye, l'influence de la chaleur interne du Globe, depuis que l'on connaît des phénomènes glaciaires au Cambrien et même au Précambrien. Supposer que les nuits prolongées du pôle et leur froid glacial n'existaient pas à l'ère primaire, c'est admettre avec Blandet que le diamètre angulaire du Soleil était, à cette époque, de 47', au lieu des 32' qu'il mesure actuellement. Ce sont là des difficultés astronomiques considérables.

Il paraît beaucoup plus simple d'avouer que nous connaissons mal les climats paléozoïques en dehors de l'Europe et des États-Unis; et d'imaginer que les pôles, en ces temps reculés,

1. Voir E. Haug : Traité de Géologie, p. 817, la carte paléogéographique de la Terre à l'époque anthracolitique, et p. 825-828 la discussion de ces phénomènes glaciaires.

1. Schiaparelli : De la rotation de la Terre sous l'influence des actions géologiques. — Mémoire présenté à l'Observatoire de Poulkova, à l'occasion de sa fête semiséculaire. Saint-Pétersbourg, 1889 (référence de Wegener).

étaient ailleurs qu'en leur point actuel, de façon à faire tomber les zones torrides sur les régions où la flore et la faune s'avèrent tropicales. Mais tout essai de ce genre avait jusqu'ici échoué. Car si l'on arrivait à localiser sur le Globe une des zones polaires, on ne retrouvait nullement, aux antipodes, des formations correspondantes. C'est déjà ce que nous avons vu au paragraphe précédent.

Avec la théorie des déplacements continentaux, cette difficulté tombe d'elle-même. Car si, à la fin de l'ère primaire, les continents n'occupaient qu'une des hémisphères, s'ils se trouvaient rassemblés ainsi que le suppose Wegener, les antipodes n'étaient pas du tout où ils sont aujourd'hui, et le principal argument géologique s'évanouit, qui s'opposait à l'hypothèse des migrations des pôles.

Il ne s'agit plus que de trouver, d'après les renseignements de la stratigraphie et de la tectonique, les positions réciproques des continents à telle époque, et la place probable des pôles. C'est là un travail difficile, mais attrayant, car la dérive des masses continentales introduit une variable de plus dans le problème.

Les déplacements de l'axe terrestre seraient provoqués précisément par les changements d'équilibre dus aux migrations des continents. Ainsi, les principales variations polaires coïncideraient avec les époques de plus grande mobilité continentale, avec la formation des chaînes de montagnes [1].

Il nous est impossible de résumer ici la discussion après laquelle, pour chaque période géologique, Wegener détermine la situation probable des pôles. Bien des points sont à reprendre dans son argumentation [2]. Nous nous bornerons à reproduire le tableau dans lequel il condense ses résultats et fixe la position des pôles approximativement, d'après la position de l'Afrique, comme si l'Afrique était restée stable de tout temps :

	PÔLE NORD		PÔLE SUD	
Actuel	90° N	—	90° S	—
Quaternaire	70° N	10 W	70° S	170 E
Pliocène	90° N	—	90° S	—
Miocène	67° N	172 W	67° S	8 E
Oligocène	58° N	env. 180	58° S	env. 0
Eocène	45° N	» 180 W	45° S	» 0
Paléocène	50° N	» 180 W	50° S	» 0
Crétacé	48° N	140 W	48° S	40 E
Jurassique	69° N	170 W	69° S	10 E
Trias / Permien	50° N	130 W	50° S	50 E
Carbonifère	25° N	155 W	25° S	25 E
Dévonien	30° N	140 W	30° S	40 E

1. WEGENER, *loc. cit.*, p. 123.

2. W. KÖPPEN : Polwanderungen, Verschiebungen der Kontinente und Klimageschichte. — *Peterm. Mitt.*, 1921, vol. LXVII.

Au delà du Dévonien, nos connaissances des climats sont encore trop peu sûres pour que Wegener se risque à en parler. Et de même, les valeurs qu'il indique dans le tableau ci-dessus ne sont que proposées, en un premier essai.

Notons seulement que, grâce à la théorie de Wegener, aucune hypothèse spéciale n'est à invoquer pour expliquer les périodes de glaciation des temps quaternaires. Le climat steppique, essentiellement continental, reconnu en Europe occidentale pendant les périodes interglaciaires, est difficilement conciliable avec la présence d'un océan Atlantique. Et si l'on doit admettre qu'au Quaternaire la Sibérie avait un climat plus chaud que l'Europe, ce fait s'explique de lui-même dans la théorie de Wegener. Le déplacement du pôle Nord, au Quaternaire, d'Amérique vers l'Europe, résoudrait aussi le problème des glaciations américaines, dont la plus ancienne semble avoir précédé sensiblement notre première phase glaciaire [1].

A la fin du tertiaire, Nathorst a montré que les flores de l'Asie orientale témoignent d'un réchauffement graduel du climat, pendant que les périodes glaciaires se préparaient en Europe; c'est là un fait presque incompatible avec la notion de l'uniformité climatérique, et qui vient appuyer l'hypothèse d'un déplacement des pôles [2].

Pour les périodes antérieures, l'image que nous donne Wegener est tout aussi séduisante. La grande mer sud-européenne, la Thétys, aurait été pendant toute l'ère secondaire, et jusqu'à l'Oligocène, en pleine zone équatoriale, ce qui concorde remarquablement avec toutes les données stratigraphiques.

Enfin, pour la période carbonifère, nous avons vu déjà (fig. 5) quelle simplification admirable nous présentait Wegener, en faisant coïncider le pôle Sud avec le Cap, ce qui plaçait l'Équateur au Nord de l'Espagne et au Mexique.

VIII. — CAUSES DES DÉPLACEMENTS CONTINENTAUX ET OBSERVATIONS ACTUELLES

Wegener garde une prudence parfaitement justifiée lorsqu'il cherche à définir les forces qui provoquent la dérive de continents. Il insiste sur le caractère très hypothétique de ce qu'il avance et sur le fait que nous n'avons encore aucune donnée positive sur ce sujet.

Néanmoins, quelques grands traits se laissent reconnaître dans l'histoire de la Terre. Les

1. Cette antécédance est très contestée. Haug met en lumière le « remarquable parallélisme » des glaciations européennes et américaines (Traité, p. 1872).

2. A. WEGENER : in *Geologische Rundschau*, vol. III, p. 289.

continents se sont déplacés d'une part vers l'Ouest, d'autre part vers l'Équateur. Ainsi s'explique d'abord le plissement méridien des Rocheuses et des Andes, au front d'avancée, vers l'occident, de l'Amérique. Et de même la présence des guirlandes d'îles à l'est de l'Asie et de l'Australie, et encore la courbure des Antilles et des îles Sandwich.

Cette migration vers l'Ouest pourrait bien être causée par la rotation de la Terre.

Le mouvement des masses continentales vers l'Équateur se manifeste surtout en Eurasie, par le plissement des grandes chaînes hercyniennes et alpines. Car l'Équateur, d'après Wegener, se trouvait sur leur parcours lors de leur formation.

Voici comment, d'après W. Köppen, Wegener essaie de motiver ce mouvement.

Le centre de gravité d'une masse continentale se trouve environ à 2,4 km. au-dessus de son centre de poussée archimédienne, c'est-à-dire qu'il est davantage soumis à la force centrifuge et sous l'influence d'une pesanteur moins intense. Les verticales de ces deux points ne seront donc pas rigoureusement parallèles (si ce n'est aux pôles et à l'Équateur), mais feront entre elles un angle très obtus, qui suffirait à provoquer une petite « résultante » horizontale dans le couple que forment la poussée et la gravité. Cette petite résultante, dans le sens de l'Équateur, serait l'une des causes de la dérive des continents [1].

Il est plus intéressant pour nous de connaître le résultat des mesures géodésiques dans lesquelles Wegener trouve une confirmation de sa théorie.

En 1912, lorsqu'il l'exposait pour la première fois, Wegener espérait que les observations astronomiques décèleraient un élargissement encore actuel de l'Atlantique, une distance de plus en plus grande entre l'Amérique et l'Europe. Il estime encore, d'après les évaluations de temps, les plus sujettes à caution du reste, que l'Amérique a dû s'écarter de l'Europe avec une vitesse moyenne de 2 à 3 m. par an. Mais aucune détermination géodésique n'est venue prouver que ce mouvement dure encore.

Par contre, il semble bien que le Groenland s'éloigne, actuellement, de l'Europe.

La comparaison des mesures de longitude faites au Groenland par Sabine en 1823, par Börgen et Copeland en 1870, enfin par Koch en 1907, en tenant compte des inexactitudes possibles, permet de reconnaître un déplacement vers l'ouest assez important. Il aurait été d'environ 400 m. entre 1823 et 1870, de plus d'un kilomètre entre 1870 et 1907 [1].

Il faut ajouter que la valeur de ces mesures a été contestée par plusieurs adversaires de Wegener [2], mais sans qu'ils puissent nier le caractère étonnant des données de Koch, qui ont été acquises avant que l'on songe à la dérive des continents.

L'indication d'un mouvement actuel des masses continentales ne serait évidemment pas une preuve de l'action de ces mouvements dans le passé. Toutefois, si l'on pouvait constater bien clairement, par des mesures précises, une variation dans les coordonnées géographiques d'un continent, ce serait une présomption sérieuse en faveur de l'hypothèse de Wegener.

IX. — Conclusions

Telle que nous l'avons exposée, telle que la présente Wegener, la théorie de la dérive des continents ne résiste pas à toutes les critiques. Son auteur la donnait encore en 1912 pour une « hypothèse de travail » ; depuis, il a pris de l'assurance ; il reçoit assez aigrement les objections des géologues et déclarait en 1921 : « je ne connais aucun géophysicien qui repousse ma théorie [3] ».

Il n'est cependant pas difficile de relever, dans la brochure de Wegener, des contradictions et des erreurs ; on peut lui opposer soit des raisonnements, soit des faits.

Je crois qu'il importe surtout d'établir avec soin une distinction nette entre l'idée fondamentale d'une part, à savoir la dérive des continents, leur réunion autrefois en masses différentes des nôtres, l'absence de ponts continentaux effondrés, le déplacement des pôles, et d'autre part les considérations prématurées touchant l'orogénèse, la constitution de l'écorce terrestre, l'isostasie, etc. Le tort de Wegener est de tout vouloir expliquer. Or, parmi les phénomènes de la nature, et les phénomènes géologiques spécialement, il en est bien peu à quoi l'on puisse assigner des causes purement physiques. Il faut établir la réalité des faits avant d'en vouloir connaître la cause. Tel est le cas, par exemple, pour les nappes de recouvrement qui forment nos montagnes. « On dit souvent *la théorie des grandes nappes*, pour désigner cette découverte. En réalité, ce n'est point une théorie, c'est l'expression

1. Wegener, *loc. cit.*, p. 121. — Köppen a donné tous les développements mathématiques de cette hypothèse.

1. Wegener, *loc. cit.*, p. 127. — Référence donnée : Danmark-Ekspeditionen til Grønlands Nordostkyst 1906-1908 under Ledelsen af L. Mylius-Erichsen, 6 (*Meddelelser om Grönland*, 46), Kjobenhavn, 1917.

2. Spécialement par A. Penck *Zeitschr. Gesellsch. für Erdkunde*, 1921, p. 115-117.

3. *Zeitschr. Gesellsch. für Erdkunde*, 1921, p. 130.

d'un fait, dont la théorie, c'est-à-dire l'explication, est encore très lointaine [1]. »

L'étonnante concordance de l'Amérique du Sud et de l'Afrique est un fait. La coïncidence extraordinaire des chaînes de l'Amérique du Nord avec celles de l'Europe, qui se complique encore de la jonction des moraines frontales, est un fait aussi.

L'idée du déplacement des masses continentales est une hypothèse, mais qui vient simplifier tant de questions diverses et qui appelle des vérifications si importantes, qu'on ne peut nier sa grande valeur. Pour comprendre le plissement des chaînes européennes, Marcel Bertrand admettait déjà une avancée du socle africain vers le Nord. L'ampleur que Wegener donne à cette notion vient rendre intelligibles du coup les migrations intercontinentales, l'identité des boucliers Canadien et Baltique, l'étendue de la terre de Gondwana, la torsion des arcs de la Sonde, des Antilles, des îles Sandwich; la paléoclimatologie cesse d'être une énigme insoluble.

Après cela, que les fonds océaniques soient composés de *sima* ou de *sal*, que les plissements superficiels se voient deux fois décuplés à la base des continents, ce sont des questions où notre ignorance est encore totale, et rien ne sert de conjecturer dans le vide.

Il est beaucoup plus urgent de vérifier la tectonique du Brésil et de la Guinée, d'explorer avec soin les régions encore mal connues, d'étudier attentivement les faunes sédimentaires qui nous renseignent sur les climats anciens. En donnant un nouvel intérêt à ces recherches, Wegener fait une œuvre féconde; son idée ne pourrait s'honorer d'un qualificatif plus beau que celui qu'il avait d'abord trouvé : c'est une hypothèse de travail.

Élie Gagnebin,
Docteur ès sciences,
Assistant au Laboratoire de Géologie
de l'Université de Lausanne.

1. P. Termier : Epilogue de *la Face de la Terre* de Suess; édition française, 3e vol., p. 1715.

LE BRUIT DES AVIONS [1]

Dès le début de la grande guerre, le bruit des avions attira chaque jour l'attention de tous ceux qui se trouvaient dans la zone des armées. L'avion, dont en entendait le ronflement, était-il ami ou ennemi ? C'était une question qu'on résolvait facilement en plein jour, à l'aide d'une jumelle ; mais, la nuit, on ne pouvait se faire une opinion que d'après le son, et certains observateurs, aux oreilles particulièrement exercées, étaient arrivés à identifier au son les types d'avions.

En 1917, le lieutenant Audoin, en collaboration avec M. Guy Ropartz, l'éminent directeur du Conservatoire de Musique de Nancy, avait analysé, à l'aide de boîtes de résonance, les sons émis par des avions. J'ai noté, d'après ces expérimentateurs, la tonalité du son fondamental de quelques types d'avion en service à cette époque :

Gotha, mi grave (80 vibrations).
Caproni, entre *sol* et *sol*♭.
Voisin (*Renault*), entre *la*♭ et *sol* grave.
Nieuport, fa♯ grave.

Mais le son fondamental est combiné avec plusieurs sons complémentaires, dont les principaux varient avec la hauteur de l'oreille au-dessus du sol, en sorte qu'un homme assis n'entend pas le même accord qu'un homme debout. Le phénomène est frappant quand on baisse et relève la tête. Le son monte très progressivement quand on se baisse; il redescend, à la manière d'une sirène qui va s'arrêter, quand on se relève. Les officiers de mon entourage s'amusaient souvent de cette expérience, et les passants non initiés regardaient avec stupéfaction ces « fous » saluant jusqu'à terre les avions français ou allemands qui passaient au-dessus de leur tête.

Dans quelques courts articles parus, il y a quelques mois, sous le titre « *A new acoustical phenomenon* », la revue scientifique anglaise « *Nature* » a rappelé ce phénomène de montée du son des avions, en l'attribuant d'une façon assez vague à la réflexion du son par le sol. Il m'a paru intéressant d'étudier de plus près le mécanisme des transformations que paraissent subir les bruits d'avions.

Voici d'abord les faits d'expérience :

I. — Les faits

1° A quelques centaines de mètres d'un avion, on n'entend plus que le bruit du moteur; le nombre d'explosions à la seconde détermine le son fondamental de l'avion. Un avion qui descend en vol plané paraît silencieux.

2° Lorsqu'on se trouve sur un terrain dur (cour,

1. Cette étude a été résumée dans une note présentée à l'Académie des Sciences le 10 avril 1922, par M. Rateau (*C. R.*, t. CLXXIV).

route, champ n'ayant que de courtes végétations), la hauteur du son d'un avion passant à moins de 45° du zénith, dépend de la hauteur de l'oreille au-dessus du sol. Le son perçu par l'oreille baissée à 80 cm. du sol semble à peu près l'octave supérieur du son perçu quand on se tient debout. Le phénomène n'est pas perceptible pour un observateur placé à la fenêtre d'un étage.

3° Lorsque, l'avion étant près du zénith, on baisse la tête lentement jusque près du sol, le son paraît monter très progressivement de plus de deux octaves; il repasse par les mêmes tons, quand on se relève;

4° Le son perçu paraît renforcé par moments, même si l'avion n'a qu'un seul moteur; ces renforcements de son n'ont pas de rythme déterminé.

II. — L'explication des faits

Voici comment il me semble qu'on peut expliquer ces faits.

1. *Montée du son.* — Ce phénomène est l'effet de la combinaison des ondes directes avec les ondes réfléchies par le sol et de la forme de ces ondes.

Si le son perçu était d'allure sinusoïdale, la superposition des ondes réfléchies aux ondes directes donnerait un train d'ondes de même période, quel que soit le décalage des unes par rapport aux autres. Pour un décalage d'un nombre entier de périodes, le son serait renforcé; il y aurait interférence complète pour un décalage d'une demi-période. Ainsi, en baissant la tête, c'est-à-dire en augmentant progressivement le décalage, on modifierait l'intensité du son, sans changer sa tonalité, ce qui n'est pas vérifié par l'expérience. On peut donc déjà conclure que le son d'un avion n'a pas une allure sinusoïdale. On le savait *a priori*, mais il est nécessaire de se rendre compte assez exactement de l'allure de ce son pour comprendre les phénomènes observés.

Le bruit du moteur dominant tous les autres bruits parasites, étudions le cas d'un moteur déterminé. Prenons pour exemple un moteur à 8 cylindres tournant à 1.500 t/m. Il donne 4 explosions par tour, soit 6.000 explosions par minute ou 100 à la seconde; il produit donc un son grave. La distance d'une onde à la suivante (je ne dis pas la longueur d'onde) est de 3 m. 40. Un homme d'une taille de 1 m. 80 a son oreille à environ 1 m. 70 du sol. S'il est debout, il reçoit en même temps l'onde directe et l'onde précédente réfléchie provenant d'un avion volant au-dessus de lui, c'est-à-dire qu'il ne perçoit que le son fondamental, mais il le perçoit renforcé, car il a son oreille, en quelque sorte, à un nœud de vibration d'un tuyau fictif allant de l'avion au sol. Dès 1839, Savart avait constaté un tel mode de renforcement du son; il pensait que, dans un bruit, l'oreille perçoit surtout le son composant dont l'onde réfléchie forme un nœud dans l'oreille de l'observateur. Si l'observateur baisse un peu la tête, il reçoit d'abord une onde réfléchie et aussitôt après l'onde directe. A 0 m. 85 du sol, il reçoit l'onde directe une demi-période après l'onde précédente réfléchie. A 0 m. 20 du sol, il reçoit l'onde directe, et, aussitôt après, son onde réfléchie. On verra plus loin que l'effet n'est pas tout à fait le même suivant que l'onde directe précède ou suit immédiatement une onde réfléchie.

Le moteur produit deux bruits principaux : l'*explosion*, qui est d'une durée très courte avec un front s'élevant brusquement, et l'*échappement* bruit dominant, présentant un front s'élevant aussi brusquement, mais suivi d'une détente relativement longue.

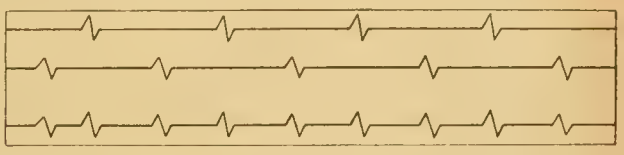


Fig. 1.

Supposons d'abord ces ondes infiniment courtes, c'est-à-dire réduites à de simples crochets, sur une bande d'enregistrement.

En superposant un train d'ondes directes à un train d'ondes réfléchies décalées d'une demi-distance de front (fig. 1), on obtient l'octave du son fondamental, ce qui est conforme à l'expérience (on constaterait le silence si l'onde directe était sinusoïdale).

Toujours dans la même hypothèse, si, le premier octave étant atteint, l'onde réfléchie continuait à devancer l'onde directe, les mêmes intervalles d'onde devraient se reproduire et l'on repasserait par toutes les tonalités précédemment perçues sans dépasser le premier octave. Il n'en est pas ainsi, car l'on constate la montée de la tonalité bien au delà du premier et même du deuxième octave; il faut donc renoncer à l'hypothèse simpliste et considérer des ondes ayant des formes et des intensités telles que celles qui sont réellement en jeu.

Cherchant à expliquer le phénomène par la transformation d'un son fondamental unique, je ne considérerai que le bruit de l'échappement. Chaque échappement produit une sorte

de détonation, c'est-à-dire une onde à front s'élevant brusquement, suivie d'une détente qui s'étend pendant environ un demi-tour du moteur, en sorte qu'une onde complète d'échappement empiète sur les deux ou trois ondes suivantes. Le résultat de cette superposition doit être un train

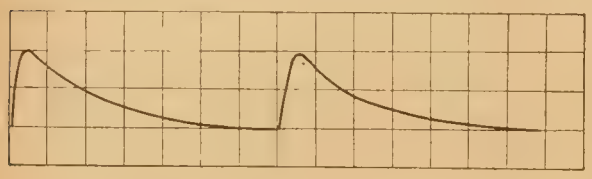


Fig. 2. — *Onde directe.*

d'ondes de l'allure représentée par la figure 2. C'est l'allure du train d'ondes que reçoit l'oreille à 1 m.70 du sol.

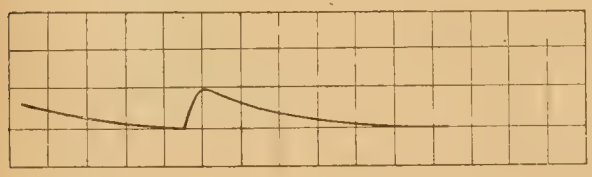


Fig. 3 — *Onde réfléchie.*

A ce train d'ondes directes, vient se superposer un train d'ondes de même période et affaiblies (fig. 3). Si ce deuxième train est décalé d'un

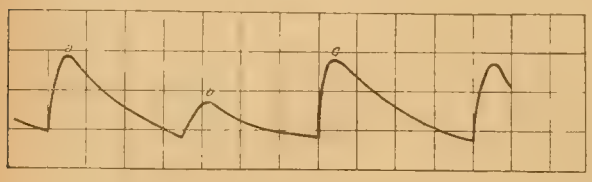


Fig. 4. — *Oreille à 0,85 m. du sol.*

demi-intervalle par rapport au premier, le train d'ondes perçues a l'allure de la figure 4, qui, conformément à l'expérience, représente

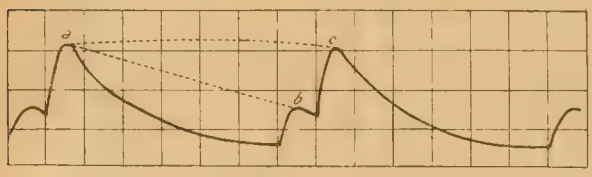


Fig. 5. — *Oreille à 1,45 m. du sol.*

bien l'octave du train de la figure 2, octave perçu par une oreille à 0 m. 85 du sol.

Mais, si le train réfléchi, au lieu d'être décalé d'un demi-intervalle, est décalé d'une petite fraction d'intervalle, l'allure du train résultant est très différente, suivant que ce décalage est en plus ou en moins; on obtient l'allure de la figure 5, quand on a baissé la tête à 1 m. 45 du sol, et l'allure de la figure 6, quand la tête est à 0 m.25 du sol. A comparer ces deux figures, on comprend qu'on entende le son aigu *ab* de la figure 6, mais on n'est pas fondé à en déduire qu'on doive entendre le son *bc* de même hauteur de la figure 5, car le point *b*, au lieu de se présenter comme un sommet, se présente plutôt comme un palier sur la figure 5. En fait, il semble bien qu'on n'entende que les sons *ab* et *ac* de la figure 5.

Quand on baisse la tête, l'oreille, attentive dès le début à suivre la montee progressive du son *ab* de la figure 5 jusqu'à l'octave *ab* de la figure 4, la suit facilement jusqu'à la note aiguë *ab* de la figure 6.

Il peut paraître surprenant que la note *ab* de la figure 6 soit entendue quand l'oreille n'entend pas le son *bc* de la figure 5; on peut expliquer cette particularité par la plus grande netteté de l'onde réfléchie, quand on la recueille près du sol; on ne recueille, en effet, dans ce cas, qu'une portion d'onde provenant d'une

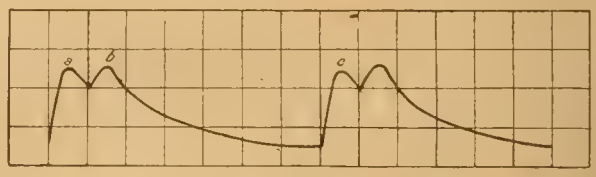


Fig. 6. — *Oreille à 0,25 m. du sol.*

région très limitée du sol; lorsque l'oreille est plus loin, elle reçoit successivement des éléments d'ondes réfléchies émanées de régions plus ou moins éloignées et différemment orientées; il en résulte que l'onde arrive déformée et produit un son confus. De même, une image optique peut paraître nette et bonne dans un mauvais miroir, à condition que l'œil soit tout près du miroir, et n'en utilise qu'un petite portion; l'image devient détestable et floue si l'on se recule de plusieurs mètres du miroir, de façon à faire travailler tout le miroir sur la même image. D'autre part, lorsqu'il s'agit d'une onde de 3 à 4 mètres, une différence de 0 m. 30 dans le trajet d'un élément d'onde réfléchie n'altère pas sensiblement la portion d'onde arrivant à l'oreille; la même différence déforme au contraire complètement une onde d'un mètre; c'est pourquoi les ondes longues, c'est-à-dire les sons graves, sont plus renforcés que les ondes courtes par la réflexion sur le sol, pour un observateur debout.

Pour la même raison, la sensation de montée du son disparaît complètement quand l'avion est à plus de 45° du zénith; l'onde arrivant très obli-

quement du sol émane d'une plus grande surface de terrain et les irrégularités de ce terrain rendent l'onde réfléchie tout à fait confuse.

L'augmentation de netteté de l'onde réfléchie doit compenser le peu d'intensité du son *ab* quand il est assez élevé.

On peut objecter que l'onde, en se réfléchissant sur le sol, doit être retardée d'une demi-longueur d'onde; mais cela ne modifie pas la théorie exposée ci-dessus. Le retard d'une demi-longueur d'onde n'intéresse que la détermination du niveau auquel il faut placer l'oreille pour entendre un son donné; d'ailleurs, par retard d'une longueur d'onde, il faut entendre : retard d'une demi-longueur d'une onde isolée et non pas retard de la demi-distance de deux fronts d'ondes.

L'explication qui précède n'est pas rigoureuse, car elle repose sur l'hypothèse d'une forme problématique des ondes sonores provenant de l'avion. Mais elle montre, au moins, qu'un phénomène acoustique inexplicable par des ondes de forme sinusoïdale peut s'expliquer par la forme particulière des ondes et par la différence d'intensité des ondes composantes.

Un autre phénomène vient contribuer à intensifier les composantes aiguës, quand on approche l'oreille du sol.

Aux détonations et à l'échappement, causes dominantes du bruit de l'avion, se mêlent beaucoup d'autres sons, par exemple les vibrations des haubans, celles du moteur, le bruit du passage des pales devant les plans de l'avion (son grave); parmi ces nombreux sons, il y en a de très élevés, imperceptibles, quand ils sont couverts par les autres sons, mais qui peuvent devenir perceptibles quand ils sont renforcés; or, les distances au-dessus du sol, pour lesquelles ces petits bruits se renforcent, sont proportionnelles aux distances des fronts d'ondes, et, pour que ces courtes ondes réfléchies ne soient pas confuses, il faut, comme on vient de le voir, qu'elles émanent d'une région du sol d'autant plus réduite que l'onde est courte; on ne les perçoit donc que très près du sol. Le Professeur H. Hartridge a envisagé cette explication en comparant le phénomène acoustique au phénomène d'interférence de la lumière exploité par Lippmann pour la photographie des couleurs [1]; mais cette explication ne doit contenir qu'une part de vérité. Les bruits parasites ne jouent qu'un rôle secondaire dans les phénomènes observés, car un homme debout ne les entend pas. D'ailleurs, pour expliquer, comme le professeur Hartridge, la montée progressive du son, il faudrait que le bruit de l'avion contînt, avec un intensité presque égale, la suite continue de tous les sons possibles dans l'intervalle de plusieurs octaves. Si compliquée que soit la nature du son de l'avion, on ne peut cependant pas lui attribuer cette constitution. Je pense qu'il faut tirer l'explication de la nature des bruits dominants, et l'explication que j'ai donnée en premier lieu paraît confirmée par une expérience de laboratoire facile à répéter.

Un disque en bois tourne à environ 2.500 t/m. Ce disque est divisé en 24 parties égales. Sur chacune des divisions, on peut fixer un clou, traversant ou ne traversant pas le disque, en sorte que, sur chaque joue du disque, on a une série

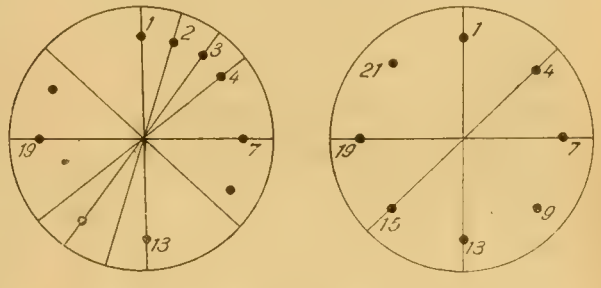


Fig. 7. — *Schéma du disque tournant.*

de clous. Lorsque le disque tourne, on obtient un bruit en appuyant à la main le bout d'une baguette taillée en anche sur l'une des séries de clous. En appuyant alternativement la baguette sur l'une et l'autre série de clous, on compare facilement les deux bruits produits par de petites percussions périodiques, qui représentent assez exactement les détonations périodiques du moteur. Voici comment se classent ces bruits d'après le nombre et la position des clous :

4 clous équidistants (nos 1-7-13 et 19), son le plus grave.

8 clous (nos 1-2, 7-8, 13-14, 19-20), son un peu plus élevé que le précédent.

8 clous (nos 1-3, 7-9, 13-15, 19-21), son sensiblement plus élevé que le précédent.

8 clous équidistants (nos 1-4, 7-10, 13-16, 19-22), octave de 4 clous.

24 clous équidistants, la quinte au-dessus du précédent ou de son octave ? (la complexité du bruit permet difficilement d'en juger).

De la première à la quatrième de ces dispositions, la cadence se modifie bien comme les espacements des ondes directes et des ondes réfléchies, quand on baisse l'oreille de 1 m. 70 à 0 m. 85 du sol. On ne peut pas pousser plus loin la modification de la cadence, car on recommencerait le même cycle, la cadence 1-5, 7-11, 13-17, 19-21, qui peut s'écrire 5-7, 11-13, 17-19, 21-1, étant identique à la cadence 1-3, 7-9, 13-15, 19-21.

1. *Nature*, N° 2697, Vol. CVII, page 586.

Le phénomène de montée de tonalité d'un bruit n'est pas particulier au bruit des avions. Un observateur, placé sous un grand arbre, entend le bruissement des feuilles changer de tonalité et monter progressivement, quand il se baisse. Placé entre une cascade et un mur distant de un à deux mètres, il entendra encore la tonalité du bruit de la cascade monter, s'il se rapproche du mur.

Cette curieuse impression a fait l'objet d'une assez longue controverse entre savants allemands, et, dans une étude très documentée, M. F. A. Schulze[1] prétend établir une théorie différente de celle que je viens d'exposer. D'après ce savant, l'oreille ne percevrait que des sons réellement émis par la source sonore; les sons fondamentaux existeraient avec toute la série de leurs harmonique, est le bruit réfléchi par une surface plus ou moins éloignée renforcerait tels ou tels harmoniques du bruit direct, suivant la distance de la surface réfléchissante. M. F. A. Schulze a exécuté, avec tout le luxe expérimental désirable, des expériences analogues à celle du disque à clous citée plus haut. Il a pensé reproduire des sons équivalents aux sons réfléchis, en se servant d'une sirène spécialement construite pour produire deux sons fondamentaux décalés l'un par rapport à l'autre d'une quantité variable à volonté, et accompagnés de tous leurs harmoniques; il a noté les harmoniques dominants pour différents décalages et il a comparé ces résultats expérimentaux aux résultats du calcul appliqué au théorème de Fourier. On sait que, d'après Fourier, une vibration périodique de forme quelconque peut être considérée comme la résultante d'un son fondamental sinusoïdal et de certains de ses harmoniques également sinusoïdaux. Le calcul a confirmé l'expérience comme on pouvait s'y attendre, puisque la sirène donne des sons de caractère musical avec de nombreux harmoniques; mais serait-il légitime d'en conclure que la théorie est applicable aux cas que nous avons considérés (bruit des avions, des arbres et des cascades)? Puisqu'il s'agit, d'après l'auteur, de renforcer certains harmoniques, n'aurait-il pas fallu considérer leurs intensités; or, un son, après réflexion, est très affaibli, et connaît-on d'ailleurs l'intensité des harmoniques avant réflexion? S'il s'agit d'expliquer le phénomène de montée du bruit d'une cascade, est-il besoin de faire un calcul compliqué? Ne suffit-il pas de considérer que ce bruit est la résultante du son de milliers de filets d'eau, de masses et de vitesses différentes, c'est-à-dire d'une quantité innombrable de sons; la surface réfléchissante ne renforce, pour l'observateur, que les sons dont la longueur d'onde l est un sous-multiple du double de la distance d de l'oreille au mur, c'est-à-dire ceux pour lesquels l'onde réfléchie arrive exactement en phase avec l'onde directe à l'oreille de l'observateur. Lorsqu'on rapproche l'oreille du mur, tous les sons de longueur d'onde $l = 2d$, $l = \frac{2d}{2}$, $l = \frac{2d}{3} \cdots$ $l = \frac{2d}{n} \cdots$, qui sont les sons renforcés, montent en même temps, à mesure que d diminue. Ainsi, du moment qu'on admet que le bruit est composé d'une grande variété de sons, il est absolument inutile de s'embarrasser de la considération des harmoniques de la source sonore pour expliquer le phénomène.

Il est à remarquer que la présence d'un mur rapproché donne au bruit d'une cascade un certain caractère musical, puisque tous les sons réfléchis se trouvent être les harmoniques d'un son fondamental, constamment changeant d'ailleurs, quand on se rapproche ou s'éloigne du mur.

Cela conduit à une conclusion pratique. — L'effet qu'un mur produit sur le bruit d'une cascade, se produit évidemment aussi sur le bruit d'un orchestre, et, comme la série de sons harmoniques renforcés par la réflexion sur le mur n'est qu'exceptionnellement dans le ton de l'orchestre, l'effet est nuisible. Pour l'éviter, le meilleur moyen est d'amortir par des tentures les sons réfléchis, comme on l'a fait avec un certain succès dans la Salle du Trocadéro et dans quelques autres salles de concert, pour supprimer des échos. Mais, là où l'on ne peut mettre de tenture, il paraît indiqué d'éviter les larges surfaces murales unies et de leur substituer des surfaces rompues par des saillies en échelons, de façon à brouiller les sons réfléchis qu'on ne peut éteindre; de même, en Optique, on dépolit ou noircit les surfaces réfléchissantes gênantes. On sait déjà que des cellules placées devant les murs, par exemple, des loges de théâtre, sont aussi propres à brouiller les sons réfléchis, et, pour reprendre la même comparaison optique, on peut remarquer que les dimensions d'une loge sont aux dimensions d'un grain de verre dépoli dans le rapport des longueurs d'ondes acoustiques aux longueurs d'ondes lumineuses.

Quant à appliquer la théorie de M. F. A. Schulze au bruit des avions, il me semble qu'il n'y faut pas songer. Le bruit des avions ne donne à considérer qu'une suite de détonations évidemment

1. *Annalen der Physik*, 1916, Band XLIX, p. 683.

dépourvues d'harmoniques ; appliquer le théorème de Fourier à une suite de détonations périodiques et considérer le bruit produit comme la résultante d'un certain nombre de sons sinusoïdaux, ce serait prendre pour une réalité l'élégante fiction d'un mathématicien ; on n'a pas le droit de faire jouer et interférer entre elles des composantes fictives.

Ainsi, la théorie de M. F. A. Schulze ne peut s'appliquer qu'à une source sonore émettant des harmoniques ; elle est inutilement compliquée, s'il s'agit d'un bruit composé d'un très grand nombre de sons variés quelconques ; elle est inapplicable au cas des moteurs d'avions, ou, plus généralement, au cas de percussions ou d'explosions périodiques.

2. *Renforcement apériodique du son.* — La sensation de hauteur d'un son ou d'un bruit est perçue même quand il ne passe qu'une seule onde. La détonation d'un fusil est plus aiguë que celle d'un canon ; l'artillerie lourde a un son beaucoup plus grave encore. Il en est de même des ondes de choc ; nul ne confondra le claquement d'une balle de fusil, avec le claquement d'un gros obus. La sensation de hauteur paraît donc produite par la longueur de l'onde, c'est-à-dire par l'intervalle qui sépare le passage de deux maxima de pression. Dans le cas des détonations, les deux maxima sont la demi-onde condensée qui suit immédiatement le front d'onde et l'extrémité postérieure de la demi-onde dilatée (qui, par suite de l'élasticité du milieu, peut être le siège d'un second front d'onde très faible par rapport au premier). La longueur de l'onde dépend évidemment du volume d'air déplacé par la détonation ou par le projectile (onde de choc); il est donc naturel que les gros canons et les gros projectiles émettent des détonations ou des claquements beaucoup plus graves. Cette sensation de l'oreille au passage d'une onde isolée n'est pas infiniment courte ; il y a certainement une durée de persistance des impressions auditives, comme il y a une durée de persistance des impressions lumineuses ; l'oreille doit rester en résonance pendant un temps appréciable. Si de nouvelles percussions arrivent en phase avec la première pendant que l'oreille est encore en résonance, le son doit paraître renforcé et prolongé. Ce phénomène doit se produire lorsque la distance de deux fronts d'ondes est un multiple exact de la longueur d'une onde de détonation. Or, si l'on peut considérer comme à peu près constante la longueur d'une onde émise par le moteur, la distance de deux fronts consécutifs est essentiellement variable ; elle dépend, en effet de la vitesse de rapprochement ou d'éloignement de l'avion ; on conçoit donc que, pour certaines valeurs de cette vitesse, le son fondamental ou quelque son complémentaire puisse paraître renforcé.

D'autre part, l'intervalle de deux percussions successives détermine un son de tonalité définie ; si, parmi les intervalles des percussions prises deux à deux, se trouvent des multiples ou des sous-multiples de la longueur d'onde considérée, le son doit être renforcé. Ainsi, lorsque les ondes se succèdent à intervalles réguliers, la tonalité est bien caractérisée. Lorsque, en outre, les distances qui séparent les fronts d'ondes sont égales aux longueurs d'onde où à des multiples de ces longueurs, le son est musical.

Le phénomène du renforcement du son est également sensible quand on baisse la tête pour observer la montée de la tonalité. Une autre cause intervient alors : quand il n'y a pas de rapport simple entre les sons ab — bc — et ac, il n'y a pas de renforcement, mais si l'une de ces longueurs est un multiple ou un sous-multiple de l'une des deux autres, il doit y avoir renforcement de l'un au moins des deux sons. On en peut dire autant de tous les sons composant le bruit de l'avion.

Je ne parle pas des battements que donnent les avions à deux moteurs ; ils proviennent d'un petit écart de synchronisme des moteurs.

Le renforcement du son est donc dû à des causes différentes dont les manifestations, dépendant de la situation et de la marche de l'avion, ne peuvent produire d'effet rythmé.

Colonel Dévé.

BIBLIOGRAPHIE

ANALYSES ET INDEX

1° Sciences mathématiques

Richard (P. J.). — **Théorie mathématique des assurances** (2e *édition*). — 2 *vol. in*-16° *de* 452 *et* 320 *p. de l'* « Encyclopédie scientifique » (*Prix : brochés*, 24 *fr.*; *cart.*, 28 *fr.*). *G. Doin, éditeur, Paris*, 1922.

La première édition de ce livre, publiée en 1909 par MM. P. J. Richard et Petit, constituait déjà un ouvrage très intéressant dont il a été rendu compte dans la *Revue* (année 1908, p. 456). Cette seconde édition, complétée et remaniée par M. P. J. Richard, est un traité très complet de la science des assurances.

Dans le 1er volume, M. Richard rappelle d'abord les notions indispensables du calcul des probabilités et de la théorie du jeu et il en fait immédiatement application aux probabilités viagères résultant de statistiques établies suivant des règles que l'auteur commente et discute avec soin.

Le calcul des primes pures de toutes les combinaisons possibles d'assurances forme la seconde partie du livre; il est suivi de l'établissement des tarifs et des calculs d'inventaires par les diverses méthodes employées.

Le second volume est presque entièrement nouveau et traite de toutes les assurances autres que celles reposant seulement sur la vie humaine : assurances contre l'invalidité, contre la maladie, assurance complémentaire (dont M. J. Richard est l'un de ceux ayant le plus contribué à la faire connaître), assurance de responsabilité civile, assurance des choses.

Passant ensuite à un sujet beaucoup plus complexe, l'auteur étudie les bases techniques des assurances sociales, en rappelant les éternelles discussions sur la capitalisation et la répartition (nos législateurs auraient grand besoin de lire cette partie de l'ouvrage!). M. J. Richard est un dirigeant de société d'assurances; aussi traite-t-il la question de l'assurance contre les accidents du travail d'une façon réellement supérieure et telle que nous ne l'avions pas vue jusqu'ici exposée aussi clairement.

L'ouvrage se termine par un appendice relatif aux Caisses d'Etat, aux tontines et aux Sociétés de capitalisation sur lesquelles on a assez peu écrit, malheureusement d'ailleurs, car le manque de technique a permis la floraison de sociétés émettant des contrats constituant des vols manifestes.

Il serait difficile d'analyser en détail le traité de M. Richard; la matière est trop complexe, mais la plume alerte de l'auteur a su rendre la lecture réellement agréable même pour des profanes en matière d'assurances; cet ouvrage est le plus complet qui ait été fait jusqu'ici et l'auteur a droit à des remerciements et à des félicitations que je suis heureux de lui adresser ici au nom des Actuaires français.

A. Barriol,
Directeur de l'Institut des Finances et des Assurances.

Ministère des Régions libérées. — Reconstitution foncière et Cadastre. — **Emploi de la photographie aérienne aux levés cadastraux et aux levés géographiques.** *Rapport sur les études techniques effectuées en* 1919 *et* 1920 *sous la direction de M.* H. Roussilhe, *Ingénieur Hydrographe en Chef de la Marine.* — 1 *vol. in*-4 *de* 116 *p. avec* 24 *pl. Imprimerie Hallu, Paris*, 1921.

Ce rapport, que vient de publier le Ministère des Régions libérées, est relatif à l'emploi de la photographie aérienne aux levés cadastraux.

La question n'est pas nouvelle pour les lecteurs de cette *Revue*, qui se souviennent certainement de l'article paru dans le n° du 30 mai 1920, sous la signature du capitaine Guillemet, concernant l'application de la photographie aérienne aux travaux topographiques et en particulier à la réfection du Cadastre prévue par la loi de 1898, et du compte rendu bibliographique de la publication par l'Imprimerie nationale du travail de M. Roussilhe « Application de la photographie aérienne aux levés topographiques de précision », paru originairement dans les *Annales Hydrographiques* de 1917 (n° 709), dont le présent rapport constitue en réalité la suite.

M. Roussilhe, affecté en janvier 1919 à la Direction de la Reconstitution Foncière et du Cadastre au Ministère des Régions libérées, présente dans la première partie de son rapport la description et l'étude expérimentale de l'appareil de photorestitution, tel qu'il a été et tel qu'il doit être définitivement établi, avec les résultats obtenus dans la région de Serris (Seine-et Marne), dont le Cadastre avait été refait en 1914 sous le régime de la loi de 1898 et qui permettait donc toutes les comparaisons utiles.

La 2e partie du travail expose la méthode à suivre pour obtenir la restitution d'un cliché et les éléments nécessaires à la rédaction du plan.

Les premiers travaux de l'auteur avaient d'abord eu pour objet la rédaction des plans aux échelles comprises entre le 1/1.000 et le 1/5.000. Mais il a été amené à envisager aussi les échelles situées entre le 1/5.000 et le 1/20.000. Les conditions d'emploi de la photographie aérienne pour les levés, ainsi que la description de l'appareil spécial utilisé, sont exposées dans la troisième partie.

Les recherches de M. Roussilhe lui ont permis de constater les déformations apportées aux clichés par les obturateurs plans focaux. Or la précision qu'exige la rédaction cadastrale impose une limite à ces déformations, et a nécessité la construction d'un instrument nouveau, l'obturateur d'objectif à grande vitesse, qui permet des temps de prise compris entre le 1/150 et le 1/300 de seconde. Enfin il a fallu réaliser un magasin automatique à grande capacité et le montage sur un même avion d'appareils à prise de vues à axe vertical et à axes inclinés. La quatrième et dernière partie du rapport s'occupe de ces questions annexes.

37 tableaux numériques et 24 planches accompagnent le texte de ce rapport, dont les techniciens de la topophotographie devront prendre connaissance et qui laisse voir à quelles mains habiles le Ministère des Régions libérées a su confier son important service de la Reconstitution cadastrale de la zone dévastée.

L. Potin.

Lecornu (Léon), *Membre de l'Institut.* — **Dynamique appliquée**, 2e *édition, revue et corrigée.* — 2 *vol. in*-16 *de* 394 *et* 379 *pages avec* 149 *figures dans le texte; de l'*Encyclopédie scientifique (*Prix : brochés*, 24 *fr.; cart.* : 28 *fr.*). *G. Doin, éditeur, Paris*, 1921.

La *Dynamique appliquée*, de M. Léon Lecornu, dont une dernière édition vient de paraître dans l'*Encyclopédie scientifique* du Dr Toulouse, atteint admirablement le but de cette importante collection : présenter pour chaque branche de la science, théorique ou appliquée, un exposé systématique des résultats et surtout des méthodes. Le domaine de la Dynamique appliquée, même en dehors de la Thermodynamique et de l'Electricité industrielle, que M. Lecornu exclut de son cadre, est déjà tellement vaste et continue à se développer si rapidement, qu'il serait vain de chercher à le décrire en entier, fût-ce en y consacrant de nombreux volumes. Grouper, au contraire, un ensemble d'exemples propres à montrer comment doivent être abordées scientifiquement les recherches pratiques qui relèvent de la Dynamique, tracer les méthodes sans entrer dans les détails, donner, cependant, pour les sujets que le cadre restreint de l'ouvrage permet seulement d'effleurer, les indications bibliographiques nécessaires en vue de leur étude complète, tel est, résumé dans les termes mêmes employés par M. Lecornu dans son Avant-propos, le programme éminemment utile réalisé par l'auteur.

L'ouvrage est divisé en 4 parties : I) Résumé des théories de la Mécanique rationnelle ; II) Propriétés mécaniques des solides naturels ; III) Applications diverses de la Dynamique ; IV) Théorie des machines.

La première partie (73 p.) rappelle, sans entrer dans les démonstrations, les résultats à connaître pour comprendre le reste de l'ouvrage.

Les questions traitées dans les trois autres parties sont d'une extrême variété et nous ne pourrons en donner qu'une faible idée par l'énumération des chapitres :

Deuxième partie : Elasticité, Frottement de glissement (notamment dans les engrenages), Résistance au roulement, Résistance au pivotement (notamment les roulements sur billes), Raideur des cordes, Résistance de l'air (50 pages), Effets des chocs (notamment celui des corps allongés).

Troisième partie : Dynamique des ressorts (étude notamment des ressorts de véhicules), Théorie de l'indicateur de Watt, Mouvements pendulaires, Effet gyroscopique, Mouvements divers (axes flexibles de turbines, etc.), Petits mouvements d'un système matériel (stabilité, etc.).

Quatrième partie : Production et utilisation de la force vive, Régularisation du mouvement (à signaler tout particulièrement), Freins, Dynamique des transmissions (barres d'attelage, courroies, câbles, billes, etc.), Similitude dans les machines.

On est heureux, en lisant ce livre, de constater, comme le souhaite M. Lecornu, que la Mécanique rationnelle — et l'on peut ajouter les Mathématiques — ne servent pas uniquement à la conquête des diplômes ; tout ingénieur devrait avoir cet ouvrage sous la main, certain de gagner un temps précieux, soit qu'il y trouve immédiatement la réponse complète à la question qu'il se pose, soit qu'il y trouve rapidement le point de départ et la manière de développer son travail.

Th. Got,
Ingénieur de la Marine, Docteur ès sciences.

Willotte (H.), *Inspecteur général honoraire des Ponts et Chaussées.* — **Lois mathématiques de la Résistance des fluides. — Théorie de l'Hélice.** — 1 *vol. in*-16 *de* 300 *pages avec fig. de l'*Encyclopédie scientifique (*Prix : broché*, 10 *fr.* ; *cart.*, 12 *fr.*). *Gaston Doin, éditeur, Paris*, 1921.

M. Willotte, dans son intéressant ouvrage, suit la marche normale : description des expériences, — formules empiriques, — encadrement de ces formules dans le schème de la théorie, ce qui donne à la science la *forme* déductive.

On lira, avec plaisir, les 112 premières pages, où l'auteur résume les données expérimentales récentes sur la résistance des fluides et sur l'hélice. Dans ces pages, les noms du Colonel Ch. Renard, d'Eiffel, de Rateau, de Sée, du Colonel Lafay reviennent souvent. C'est une matière neuve, difficile et de haute importance pour le navire comme pour l'avion.

On doit remarquer qu'il y a beaucoup d'arbitraire dans la *forme* des formules empiriques. L'approximation fixée étant ε, ce chiffre ε permet de choisir librement entre plusieurs formules, tous les paramètres dont on dispose restant dans des limites données.

Ici, les faits sont si complexes et nouveaux, qu'on les enferme dans un filet à mailles très larges, en prenant des formules commodes.

Après cela, M. Willotte se place délibérément dans le domaine de l'Hydrodynamique, et il étudie les formes à donner aux solides en mouvement dans un fluide. Cet ouvrage contient beaucoup de remarques utiles et intéressantes et le plan est très séduisant.

En ce qui concerne l'*hélice*, je dois signaler que M. Rateau, dans son ouvrage récent (chez Gauthier-Villars, 1920), a suivi une tout autre voie, laissant de côté l'Hydrodynamique du fluide parfait et utilisant des hypothèses dont la simplicité est admirable.

La manière de M. Willotte est un peu plus théorique, tout en conservant toujours son orientation vers la pratique.

Robert d'Adhémar,
Ingénieur des Arts et Manufactures,
Docteur ès Sciences.

2° Sciences physiques

Einstein (Alb.). — **La Théorie de la Relativité restreinte et généralisée** (*Trad. franc. par Mlle* J.

Rouvière). — 1 *vol. in-8° de* XXII + 120 *p.* (*Prix : 7 fr.*). *Gauthier-Villars et Cie, éditeurs, Paris*, 1921.

Parmi les nombreux ouvrages de vulgarisation sur la théorie de la relativité restreinte et généralisée et bien qu'il soit un des premiers en date (l'édition allemande date de 1916), ce petit livre, exposé de la théorie par son auteur lui-même, mérite d'occuper une place tout à fait à part. Dans certains de ces ouvrages, les idées fondamentales, quelquefois même déformées, sont souvent compliquées de réflexions d'allure philosophique et métaphysique présentées de telle sorte que les faits scientifiques les plus certains prennent un caractère douteux. C'est au contraire un fait frappant, quand on lit les mémoires originaux de M. Einstein, que la sobriété du style et le souci constant qu'apporte l'auteur à ne rien mélanger de métaphysique aux faits scientifiques étudiés.

Le plan de l'ouvrage est très simple. Dans une première partie, traitant de la relativité restreinte, l'auteur, après quelques remarques sur le sens du criterium de certitude géométrique et sur les procédés de repérage dans l'espace, étudie tout d'abord l'espace et le temps dans la Mécanique classique et expose la contradiction apparente existant entre le principe de la relativité tel que le conçoit cette mécanique et la loi de la constance de la vitesse de la lumière telle qu'elle résulte de l'expérience célèbre de Michelson. M. Einstein montre ensuite comment cette contradiction peut se lever en critiquant d'une façon profonde à la fois la notion de simultanéité dans le temps et celle de distance dans l'espace. On arrive ainsi aux formules bien connues de Lorentz et aux modifications des règles et des horloges en fonction de leur mouvement. Ceci constitue l'essentiel de la théorie de la relativité restreinte, qui, en dehors de l'expérience de Michelson, s'accorde parfaitement avec l'expérience de Foucault sur l'entraînement de la lumière par un liquide en mouvement et forme un cadre dans lequel s'adaptent merveilleusement les théories électrodynamiques de Maxwell et de Lorentz.

La deuxième partie est consacrée à l'étude de la relativité généralisée. L'auteur montre d'une façon progressive comment les résultats de la théorie restreinte sont insuffisants, comment l'identité entre la masse pesante et la masse d'inertie vient à l'appui d'un principe de relativité généralisé et il nous fait toucher du doigt, d'une façon remarquable pour un ouvrage qui systématiquement est privé de l'appareil mathématique, les différentes difficultés rencontrées : en particulier impossibilité de rapporter les mouvements à des corps solides au sens euclidien du mot, difficulté de définir le temps dans un système non galiléen. Ensuite sont indiquées les conséquences de la théorie : déviation des rayons lumineux dans un champ de gravitation (question qui n'avait pas encore été l'objet d'observations astronomiques à l'époque où le livre fut écrit), avance du périhélie de Mercure, déplacement vers le rouge du spectre des étoiles.

Cette deuxième partie se termine par quelques réflexions sur l'Univers considéré comme un tout, réflexions très intéressantes certainement, mais difficiles, peut-être même impossibles à soumettre à l'expérience et sur lesquelles il semble bien que l'opinion la plus sage soit celle qu'émet M. Em. Borel dans l'excellente préface qu'il a écrite pour la traduction de ce petit ouvrage : « que l'on se contente de se demander si la théorie nouvelle s'étend à toute la portion de l'Univers qui nous est accessible et si on peut espérer qu'elle dure quelques siècles ».

Enfin, en appendice trouvent place quelques remarques d'ordre mathématique très simple qui, pour les lecteurs qui voudront les regarder, éclaireront et préciseront certains points du texte précédent.

En résumé un excellent petit modèle de vulgarisation, simple et concis, n'enveloppant pas les difficultés dans des phrases creuses, et l'on ne peut qu'être reconnaissant à Mlle J. Rouvière de l'avoir, par une traduction élégante et fidèle dans son ensemble, mis à la portée du public de langue française.

R. Thiry,
Maître de conférences à la Faculté des Sciences de Strasbourg.

Gattefossé (R. M. et J.). — **Nouveaux parfums synthétiques.** — 1 *vol. in-8° de* 308 *p., avec pl. hors texte. Publications Pierre Agence Lyon*, 1921.

Les rares ouvrages publiés jusqu'à ce jour sur les parfums synthétiques étaient fort incomplets et leurs auteurs semblaient n'y avoir mis que ce qu'ils voulaient laisser perdre. Les exigences commerciales faisaient de la parfumerie synthétique une branche très fermée de la chimie industrielle, chaque parfumeur estimant qu'il détenait des secrets dont il ne voulait pas faire profiter ses concurrents. Il faut savoir gré à MM. Gattefossé d'avoir rompu avec cette manière de faire et d'avoir rempli leur ouvrage de détails souvent inédits et de renseignements que seule leur longue expérience et leur compétence indiscutable leur permettaient de donner.

Après une introduction élémentaire à la chimie des parfums et une classification des parfums de synthèse, les auteurs abordent leur fabrication, étudiant méthodiquement chacun d'eux, classé suivant la fonction chimique à laquelle il appartient : alcools, phénols, oxydes, cétones, aldéhydes, etc., puis dans un chapitre bien détaillé le groupe des musces et celui de l'indol et du scatol. Enfin ils ajoutent à une documentation abondante des projets d'installation d'ateliers pour la fabrication du sulfate de méthyle, du gaïacol et de la vanilline, ce qui constitue une innovation dans cette littérature spéciale.

C'est en somme un ouvrage clair et consciencieux, où le savant comme le technicien puiseront des renseignements sérieux. Si on ajoute qu'à peine parue, la première édition est complètement épuisée, ce succès constitue le plus sûr éloge de l'ouvrage de MM. Gattefossé dont la seconde édition, sous presse, sera plus parfaite encore que sa devancière.

Dr P. Bourcet.

Cazeneuve (P.) et **Morel** (A.). — **Résumé analytique du cours de Chimie organique**, *professé à la Faculté de Médecine et de Pharmacie (Lyon). Edition revue et mise au courant des découvertes récentes.* — 1 *vol. in-8° de* 436 *p.* (*Prix* : 25 *fr.*), *Baillière et fils, éditeurs, Paris*, 1921.

Les premières pages de ce petit *Traité de Chimie organique* sont consacrées à l'exposition des notions du groupement fonctionnel et des différentes isoméries. Ces faits sont présentés simplement pour permettre de suivre aisément l'enchaînement qui relie les corps les uns aux autres.

Dans la première partie sont successivement étudiés les corps non azotés à fonctions simple et multiple, les corps azotés, les corps organo-métalliques.

En tête de chaque chapitre sur les différents groupes fonctionnels se trouvent des notions générales bien exposées et d'une ordonnance telle qu'elle frappe immédiatement l'esprit.

La seconde partie (série acyclique) est traitée sur le même plan.

La troisième partie est réservée à l'étude des groupes complexes (matières colorantes artificielles, alcaloïdes, matières albuminoïdes, ferments).

Les découvertes récentes et importantes en chimie organique, concernant les composés organo-magnésiens, les catalyseurs, les alcaloïdes anesthésiants synthétiques, les composés arsenicaux sont parfaitement mises au point.

Il en est de même des notions nouvelles sur la constitution des corps naturels complexes, sucres, celluloses, terpènes, alcaloïdes, glucosides, pigments végétaux et animaux, uréides, matières albuminoïdes, enzymes.

Les auteurs pensent que ce *Résumé analytique* pourra rendre service aux débutants qui ne peuvent d'emblée aborder la lecture des Traités complets de Chimie organique ; nous croyons qu'il servira également à tous les étudiants au cours de leur scolarité pour une revision rapide de leurs connaissances.

A. Goris.

3° Sciences naturelles

Stevens (F.L.), *Professor of Plant Pathology in the University of Illinois*, and **Hall** (*J.G.*), *formerly assistant in Vegetable Pathology in the North Carolina Agricultural Experiment Station.* — **Diseases of Economic plants**. *Revised edition by* F. L. Stevens. — 1 *vol. in-8° de* 507 *p. avec* 238 *fig.* (*Prix cart.* : 3,90 *doll.*). *The Macmillan Company, New York*, 1921.

Il est peu de branches de la Science appliquée où se manifeste plus d'activité que dans le domaine de la Phytopathologie. Dans cette partie de l'Agriculture, la Science a pris le pas sur l'empirisme dont l'efficacité restait très restreinte; elle a montré combien elle y était indispensable au progrès. En peu d'années, la moisson a été immense ; on peut s'en rendre compte en feuilletant les traités actuels de Phytopathologie. Les progrès ont été en progression géométrique, pourrait-on dire, à mesure qu'on se rapproche de l'année actuelle. Rappelons que si le traité de Frank date de 1880, celui de Sorauer de 1874, celui de Prillieux n'est que de 1895, celui de Ward de 1896. L'enseignement officiel de la Phytopathologie chez nous date de Prillieux. Stevens nous apprend qu'avant 1875 il n'y avait pas aux Etats-Unis d'enseignement de ce genre. Les premières maladies bactériennes des plantes ont été reconnues par Prillieux et par Burrill en 1878 et 1879, puis une éclipse de vingt ans se fait sur cette question. La bouillie bordelaise de Millardet date de 1885. Les progrès, depuis ces âges héroïques de la Phytopathologie, peuvent se mesurer à l'examen de nos actuels traités; en France : Delacroix et Maublanc, Ducomet, Bourcart, Mangin, Eriksson (traduction Blaringhem), Vermorel et Dantony ; en Angleterre : Massee; en Italie : Savastano, Briosi et Cavara, Ferraris; en Allemagne : Sorauer (4e édition, 1921, pour le T. II, parasites végétaux) ; en Suède : les traités d'Eriksson ; aux Etats-Unis existent plusieurs traités, les chaires de Phytopathologie sont nombreuses dans les Universités, l'étude des maladies des plantes est remarquablement organisée dans un sens très pratique qui n'exclut pourtant pas toujours le souci des grandes questions de biologie du parasitisme, d'une utilité moins immédiatement visible. Il nous suffira de rappeler, à ce dernier point de vue, les noms de Erwin F. Smith et Jones.

Parmi les très nombreux travailleurs qui ont publié d'importants travaux, nous pouvons citer au hasard les noms suivants parmi les contemporains : Bessey, Atkinson, Halsted, Stevens, Hall, Whetzel, Carleton, Freeman, Stakman et Levine, Duggar, Reddick, Coons, Hedgcock, Orton, Olive, Shear, Massey, Johnson, Pammel, Taubenhaus, Rand et Pierce, et combien d'autres dont les publications sont éparses dans la revue *Phytopathology*, dans le *Journal of Agricultural Research* et dans les abondantes publications du *Department of Agriculture*. Celui-ci, par une propagande savamment organisée, s'efforce d'aller répandre les derniers progrès de la Science jusque dans la ferme de l'agriculteur sous une forme vulgarisée, mais qui frappe cependant par sa tenue, par la préoccupation visible d'expliquer théoriquement les faits avant de donner les « recettes » de traitement. Ajoutons que chaque Collège d'Agriculture des Universités des Etats (car les Ecoles d'Agriculture sont ici des annexes des Universités[1]) a ses publications et, chez certains, comme l'*Agricultural College* de l'Université d'Ithaca, elles forment d'imposantes collections.

1. Quand réformera-t-on chez nous dans ce sens l'organisation surannée de notre enseignement agricole? Des personnalités agricoles comme M. Viala ne craignent pas de proclamer la nécessité de la fusion de l'Enseignement supérieur agricole avec les Universités. Il faut souligner, à ce sujet, les paroles prononcées par ce savant et praticien dans son discours à l'occasion des fêtes universitaires de nov. 1921 à Montpellier, devant M. le Président de la République, dans les locaux de l'Ecole nationale d'Agriculture :

« C'est parce que cette école s'est imprégnée de l'esprit et de la méthode de nos Facultés, qu'elle a pu contribuer au salut du vignoble. La condition essentielle de tout progrès agricole réside et résidera de plus en plus dans la Science, et cette condition sera pleinement réalisée lorsque tous nos établissements d'enseignement supérieur agricole feront partie intégrante de nos Universités, dans le Ministère de l'Education nationale. »

Aussi bien tenons-nous à saisir l'occasion d'analyser un Traité américain pour mettre à l'honneur l'effort grandiose réalisé en Phytopathologie dans ce pays et reconnaître sa libéralité. Désirant nous tenir au courant des progrès de la Phytopathologie, et en ayant exprimé le désir, nous pourrions aujourd'hui constituer une véritable bibliothèque des envois qui nous ont été faits des Etats-Unis.

Mais il est temps que nous arrivions à l'ouvrage de MM. Stevens et Hall. Ce traité veut être, et est avant tout, un livre pratique : l'ordre de présentation est celui des grandes catégories de cultures; les diagnoses sont données en se limitant aux caractères qui peuvent être reconnus sans l'aide du microscope, mais des références bibliographiques fort détaillées permettent de suppléer, pour qui le désire, à l'absence des caractères d'histologie pathologique et de morphologie des parasites.

Pour chaque culture sont détaillées les maladies principales, tandis que les « minor » sont traitées à la suite d'une façon beaucoup plus sommaire. 235 photographies, très nettes, reproduisent pour chaque maladie les symptômes et, s'il y a lieu, certaines opérations caractéristiques du traitement, avec, çà et là, quelques schémas.

L'esprit pratique de la rédaction n'empêche pas l'auteur de faire précéder son livre d'un court historique avec 7 portraits, parmi lesquels celui de notre compatriote Milliardet, pour qui le fait d'avoir établi la formule de la bouillie bordelaise vaut plus de gloire que maints travaux peut-être plus difficiles de lui-même ou d'autres savants.

On constate chez les savants américains, si pratique que soit généralement le but poursuivi, une tendance à s'échapper parfois dans un domaine moins réaliste qui surprend un peu chez eux ; le souci de la filiation des découvertes que comporte un historique en est une manifestation. Alors que nous n'avons pas encore écrit, en France, l'histoire de la Phytopathologie, Whetzel [1] ne l'a-t-il pas déjà tenté ? Mais c'est surtout dans le monumental ouvrage de Erwin F. Smith : *Bacteria*, et dans son *Bacterial Diseases of Plants* que l'on trouve la plus belle et la plus curieuse expression de cette tendance à s'échapper parfois du cercle des faits positifs pour s'élever à des considérations historiques ou de haute philosophie sur la recherche scientifique, sur l'éthique du chercheur, les qualités intellectuelles et morales qu'il doit posséder. Nous tenons à souligner ce fait, que nous méconnaissons peut-être trop et qui constitue sans doute un symptôme de l'évolution de ce grand peuple dans une voie moins constamment utilitaire, dans un domaine plus large de généralisation et d'idéal.

A cet historique succèdent des chapitres dont nous ne pouvons donner que les titres, faute de place: Caractères des dommages causés, prévention et cure des maladies (méthodes générales); maladies générales par exemple *Damping off* », terme de jardiniers pour désigner les altérations des germinations, boutures et autres plantes jeunes, en voie de croissance et particulièrement faibles et sujettes aux attaques des parasites; les maladies des cultures spéciales (ce chapitre occupe naturellement la plus grande partie de l'ouvrage); les fongicides et les appareils d'aspersion ; la désinfection du sol ; la Bibliographie. Celle-ci est précieuse et ne comporte pas moins de 556 n°s. On est frappé de la faible part qui y est laissée aux publications étrangères à l'Amérique et c'est une impression que nous éprouvons presque toujours en suivant les index bibliographiques des publications américaines de cet ordre. La bibliographie est presque exclusivement américaine et le cas de E. F. Smith paraît exceptionnel. Il existe là une tendance à aller au plus pressé qui expose à des omissions.

Que de choses intéressantes et utiles il y aurait à relever au point de vue de la Phytopathologie pure si nous avions pu entrer dans quelques détails, car il y a beaucoup à apprendre dans un tel livre sur la pratique de certains traitements, sur le comportement des parasites dans des conditions agrométéorologiques souvent différentes des nôtres, sur de nombreuses maladies que nous n'avons pas chez nous, mais qui nous menacent d'autant plus que l'activité des relations internationales est devenue plus considérable et opère un « brassage » plus intensif des produits végétaux et... de leurs parasites.

En fin de compte, nous serions heureux d'avoir attiré l'attention sur cet excellent ouvrage, très caractéristique de la manière de nos amis d'Amérique; il nous est agréable d'avoir l'occasion de leur présenter le témoignage de notre admiration et aussi de notre reconnaissance personnelle pour l'obligeance et la libéralité avec laquelle ils veulent bien mettre à notre portée les fruits de leur puissant labeur.

J. Brauverie,
Professeur à la Faculté des Sciences de Clermont-Ferrand.

Chaine (J.), *Professeur à la Faculté des Sciences de Bordeaux*. — **Anatomie comparative.** — 1 *vol. in*-8° *de* 280 *p.* (*Prix* : 14 *fr.*). *J. B. Baillière et fils, éditeurs, Paris*, 1922.

Le petit livre que M. J. Chaine vient de faire paraître se divise en deux parties. Dans la première, qui est la plus considérable, l'auteur définit l'Anatomie comparative, indique quel est son objet, quelles sont ses méthodes, quel est son but; la seconde partie est consacrée à l'examen et à la critique du langage anatomique actuel ainsi qu'à l'exposé des tentatives (auxquelles M. J. Chaine a pris, comme l'on sait, une très large part) de réforme de la nomenclature.

Les questions très générales qu'aborde M. J. Chaine sont évidemment de celles qui appellent le plus la discussion, et l'auteur ne s'étonnera pas si, sur les divers points dont il traite, d'autres anatomistes émettent des avis différents du sien. Je me bornerai à quelques observations. Je pense par exemple qu'il n'est pas exact de dire que l'anatomiste comparatif n'est pas obligatoirement un « homme de laboratoire » ; je crois au contraire que les faits recueillis par le descriptif pur ne peuvent jamais avoir pour lui une valeur comparable à celle des faits qu'il recueille lui-même ; bien des détails, et sou-

1. Whetzel : An Outline of the history of Phytopathology. Saunders, 1918, 130 p., 22 fig.

vent les plus importants pour la synthèse, échappent à qui n'est pas guidé par le souci même de cette synthèse. En poursuivant ses longues et patientes recherches sur le muscle digastrique, M. J. Chaine a d'ailleurs montré qu'il était bien de ce sentiment.

Je trouve aussi que M. J. Chaine aurait pu insister sur ce que l'Anatomie comparative est la seule voie par laquelle on puisse parvenir à l'explication (et il ne peut être question en science que d'explication causale) des faits morphologiques. Il eut été amené ainsi à parler longuement des théories transformistes dont l'Anatomie comparative est la meilleure illustration. Ceci est une véritable lacune, mais sans doute une lacune voulue, puisque l'auteur annonce un autre livre où cette question ne pourra manquer d'être traitée.

Il est enfin un chapitre que j'aurais voulu lire dans le livre de M. J. Chaine; j'aurais désiré l'entendre réfuter les sophismes par lesquels on a cru pouvoir, en ces temps tout derniers, diminuer l'intérêt qui s'attache à l'Anatomie comparative, et même, d'une façon plus générale, aux études de Morphologie. Dans ses récents « *Eléments de Biologie générale* » (1920), M. Et. Rabaud a soutenu que le problème de l'adaptation morphologique est un problème qui ne se pose pas, qu'il n'existe en fait aucun rapport entre la forme de l'organisme et le milieu (voir par exemple chapitre IV, paragraphe 1, notamment pages 204 et 205). Et qu'on observe bien que ceci ne tend à rien moins qu'à enlever tout intérêt aux études morphologiques. Pour prouver qu'il n'y a aucun rapport entre la forme de l'organisme et le milieu, M. Rabaud fait observer que les Poissons qui vivent dans le même milieu, l'eau, ont cependant les formes les plus variées. Le sophisme est transparent : on doit entendre par milieu d'un organisme l'ensemble des conditions où il vit *et non pas l'une quelconque de ces conditions prise séparément* : il est manifeste que les conditions où vit la sole et celles où vit l'hippocampe sont loin d'être identiques... Ceci dit pour donner un simple aperçu des développements auxquels eût pu conduire une dissection soignée des « Eléments de Biologie générale » pratiquée par le morphologiste avisé qu'est M. J. Chaine. Ces développements eussent été dans son livre tout à fait à leur place; mais ce dernier était peut être déjà écrit lorsqu'a paru l'ouvrage de M. Rabaud, et personne ne reprochera à M. J. Chaine de n'avoir pas prévu des objections que la logique ne pouvait pas permettre de prévoir.

Quoi qu'il en soit, l'auteur, et c'est cela qu'il faut retenir, a fait un effort méritoire pour rappeler à ceux qui l'oublient que la Morphologie est la base fondamentale des études biologiques. Son livre contribuera certainement, comme y a déjà contribué son exemple, à diriger les jeunes générations vers les recherches si fructueuses et si pleines d'intérêt de l'Anatomie comparative.

R. Anthony,
Professeur au Muséum.

4° Sciences médicales

Apert (Dr). — **Vaccins et sérums.** — 1 *vol. in*-16 *de* 282 *pages de la* Bibliothèque des Connaissances médicales (*Prix* : 7 *fr.* 50). *E. Flammarion, éditeur, Paris*, 1922.

Le livre que le Dr Apert publie dans la *Bibliothèque des Connaissances médicales* répond parfaitement au but poursuivi. C'est une excellente mise au point de la question complexe de la vaccino-thérapie et de la sérothérapie. L'auteur passe en revue et expose d'une façon fort claire l'historique et les applications de tous les sérums et vaccins connus. Débarrassé des hypothèses et se basant sur des faits réels et parfaitement contrôlés, ce livre donne au lecteur une notion exacte de l'état actuel de la question. L'auteur a eu lui-même l'occasion de faire l'essai de la plupart des sérums et vaccins dont il parle; il résume en quelques lignes fort nettes l'opinion personnelle qu'il en a tiré. Ces paragraphes de judicieuse critique que l'on trouve dans la plupart des chapitres, font de ce livre autre chose qu'une froide revue générale : de ce fait, il doit être fort utile, non seulement à tous les médecins soucieux de se tenir au courant des progrès de la science, mais encore à toute personne que la biologie intéresse.

Dr Galliot.

5° Sciences diverses

Gaudefroy-Demombynes, *Professeur à l'Ecole des Langues orientales.* — **Les Institutions musulmanes.** — 1 *vol. in*-16 *de* XII-192 *pages* (*Prix* : 4 *fr.* 50). *Ernest Flammarion, éditeur, Paris*, 1921.

En rendant compte dans cette Revue, il y a deux ans, de l'ouvrage du Dr Insabato sur l'*Islam et la politique des Alliés*, je soulignais l'importance qu'avait pour nous la connaissance de la religion musulmane, sur laquelle repose toute la vie sociale et économique des peuples qui la professent. Les événements qui se sont passés depuis ont confirmé cette appréciation. L'Angleterre rencontre de sérieuses difficultés dans l'Inde et en Egypte pour sa politique antiturque, tandis que notre accord d'Angora a exercé une répercussion heureuse en Afrique du Nord.

Il faut savoir gré à un spécialiste de l'Islam, aussi compétent que M. Gaudefroy-Demombynes, d'avoir fait œuvre de vulgarisation en résumant dans un petit livre les origines de la religion musulmane, son développement, ses dogmes, ses rites, les points essentiels de sa loi familiale, enfin quelques indications sur le rôle que cette religion a joué dans la vie sociale des peuples qui l'ont adoptée. Une notice bibliographique, placée en tête de l'ouvrage, permettra aux lecteurs qui le désireront de compléter facilement leurs connaissances dans ce domaine.

P. C.

ACADÉMIES ET SOCIÉTÉS SAVANTES
DE LA FRANCE ET DE L'ÉTRANGER

ACADÉMIE DES SCIENCES DE PARIS

Séance du 24 Avril 1922

1° Sciences mathématiques. — M. **E. Goursat** : *Sur la théorie des invariants intégraux.* L'auteur montre que le procédé employé par M. Cartan dans ses *Leçons sur les invariants intégraux* est équivalent à une combinaison des méthodes d'H. Poincaré. — M. **E. Vessiot** : *Sur les surfaces cerclées.* — M. **E. Cartan** : *Sur les équations de structure des espaces généralisés et l'expression analytique du tenseur d'Einstein.* — M. **N. E. Norlund** : *Sur la formule d'interpolation de Newton.* — M. **B. Gambier** : *Sur les correspondances ponctuelles de deux surfaces et sur une classe de surfaces analogues aux surfaces isothermiques.*

2° Sciences physiques. — M. **L. Lumière** : *Cheminement capillaire, diffusion et déplacement.* Lorsqu'on dispose verticalement une bande d'un tissu quelconque préalablement mouillé, en repliant l'extrémité supérieure dans une cuvette pleine d'eau, cette eau chemine dans les interstices capillaires des fibres et vient se résoudre en gouttelettes à l'extrémité inférieure. On réalise ainsi une sorte de siphon sans enveloppe extérieure. L'auteur a mesuré la vitesse d'écoulement de ce siphon, et il a appliqué ce phénomène : 1° à l'élimination des sels solubles retenus par la couche de gélatine des plaques photographiques au cours des manipulations; 2° au lavage des précipités; 3° à l'obtention d'extraits. — MM. **A. Pictet** et **J. H. Ross** : *Sur la polymérisation de la lévoglucosane.* Par polymérisation à une température constante, mais sous des pressions croissantes, la lévoglucosane donne des produits (à 2, 4, 6, 8 molécules condensées) dont les propriétés se rapprochent de plus en plus de celles des dextrines. — MM. **G. Malfitano** et **M. Catoire** : *L'amylocellulose considérée comme un composé d'acide silicique et d'amylose.* Les expériences des auteurs les amènent à concevoir l'amylocellulose comme un composé de formule $[SiO^3(C^6H^{10}O^5)^n]H^2$. En tout cas, la résistance remarquable de l'amylocellulose doit être attribuée à la présence de silice. — M. **P. Gaubert** : *Sur les cristaux liquides de phosphate de calcium.* Les rhomboèdres de clivage des cristaux de calcite pulvérisés, attaqués par l'acide orthophosphorique, donnent naissance à un liquide biréfringent, formé de cristaux liquides de phosphate de calcium.

3° Sciences naturelles. — M. **P. L. Mercanton** : *Etat magnétique de basaltes arctiques.* L'étude magnétique d'échantillons de basaltes recueillis dans l'île de Disco, au Groenland (époque tertiaire), et à l'île Jan Mayen (époque moderne) montre qu'entre ces deux époques l'inclinaison magnétique terrestre paraît avoir changé de sens dans les régions boréales. — M. **S. Stefanesco** : *Sur la phylogénie de l'*Elephas antiquus. L'auteur déduit de ses recherches paléontologiques que les trois espèces *E. antiquus*, *E. meridionalis* et *E. africanus* appartiennent à trois phylums différents d'éléphants; elles ne sont pas liées par une filiation généalogique directe. — M. **A. Carpentier** : *Sur les Conifères et les Fougères du Wealdien de Féron Glageon* (Nord). Par ses affinités à la fois jurassiques et infracrétacées, la flore de Féron se place bien dans le Wealdien, c'est à-dire dans les couches de passage du Jurassique au Crétacé et au Néocomien inférieur. — M. **J. Maheu** : *Sur une tardive régénération de Mousse.* L'auteur cite un cas de régénération, sous l'action de l'humidité, de *Barbula muralis* demeuré 14 ans à l'état de sécheresse absolue, avec production de nouvelles pousses feuillées par le développement de protonemas primaires et secondaires, les premiers naissant sur des fragments de vieilles feuilles, par allongement de cellules nématogènes donnant des propagules produisant par germination des protonémas secondaires bulbigènes. Les bulbilles se transforment sur place en plantes feuillées. — M. **G. Nicolas** : *Des synanthies, à propos du* Narcissus Tazetta *L.* Chez cette plante, la synanthie est caractérisée par un moindre développement du tissu palissadique et de la chlorophylle, tant dans la hampe que dans les pédoncules floraux. La synanthie serait donc due, non à un excès de nutrition, mais à un excès de nutrition déficiente. — M. **P. Marchal** : *La métamorphose des femelles et l'hypermétamorphose des mâles chez les Coccides du groupe des Margarodes.* Les Margarodes mâles et femelles passent identiquement par les trois formes adaptatives suivantes : 1° larve primaire hexapode et migratice destinée à gagner la plante nourricière; 2° larve apode et kystoïdale consacrée à la croissance et secondairement adaptée à la vie fixée sur le végétal; 3° forme hexapode, astome et fouisseuse, d'aspect larvaire mélolonthoïde. Tandis que la femelle est néoténique et arrête son évolution à cette forme larvaire, le mâle continue à évoluer pour arriver après 2 ou 3 autres mues à la forme ailée, en réalisant un exemple remarquable d'hypermétamorphose. — M. **A. Vila** : *Influence de la chaleur et de quelques dissolvants sur la viscosité du sérum de cheval.* L'acétone exerce sur le sérum une action coagulante, analogue à un effet thermique. Cette action peut être atténuée et même évitée en prenant certaines précautions. — M. **Y. Manouélian** : *Recherches histomicrobiologiques sur la paralysie générale.* Dans la paralysie générale, le tréponème n'est pas dans le cerveau comme il l'est dans un chancre, une syphilide ou une gomme ; il se trouve dans le tissu propre du cerveau. Bien plus, il pénètre dans le cytoplasme des cellules nerveuses du cortex.

Séance du 1er Mai 1922

1° Sciences mathématiques. — M. **G. Mittag-Leffler** : *Le théorème de Cauchy sur l'intégrale d'une fonction entre des limites imaginaires.* — M. **E. O. Lovett** : *Généralisation d'un problème de Sophus Lie dans*

la géométrie des transformations de contact. — M. **P. Painlevé** : *La théorie classique et la théorie einsteinienne de la gravitation.* L'auteur cherche à préciser les corrélations et les divergences qui existent entre ces deux théories. — M. **J. Chazy** : *Sur les vérifications astronomiques de la théorie de la relativité.* D'après l'auteur, si le rayon de l'Univers, supposé cylindrique ou sphérique, est d'ordre supérieur à mille années de lumière, la correction des longitudes des périhélies planétaires, mise par lui en évidence, est impossible à observer. Si le rayon de l'Univers est de l'ordre de mille années de lumière, la correction considérée est presque comparable aux observations actuelles. — M. **J. Trousset** : *Les lois de Képler et les orbites relativistes.* D'après l'auteur, en considérant non seulement la position, mais le temps, l'écart entre les orbites einsteiniennes et képlériennes est de l'ordre de 1 kilom. Aux distances ordinaires des planètes, 1 kilom. est vu de la Terre sous un angle de 1/1.000 de seconde d'arc. Tant qu'on ne saura pas observer avec cette précision, le mouvement du périhélie de Mercure sera le seul argument en faveur de la loi d'Einstein. — M. **P. Dienes** : *Sur la connexion du champ tensoriel.* — M. **P. Fatou** : *Sur le mouvement d'une planète dans un milieu résistant.* — M. **A. Séguin** : *Sur une machine automatique à multiplier.* — M. **J. Andrade** : *Les problèmes mécaniques des ressorts réglants.* Le doublet sinusoïdal doit être préféré, pour l'essai d'une atténuation de la perturbation d'inertie due à un spiral unique ; mais le doublet symétrique a l'avantage de se prêter à une détermination expérimentale pratique de l'effet d'inertie, qui jusqu'ici n'a pas encore été évalué expérimentalement. — M. **G. Guillaumin** : *Sur l'équilibre des talus en terre cohérente.*

2° Sciences physiques. — M. **St. Procopiu** : *Sur un effet électro et magnéto-optique des liquides qui tiennent des poudres métalliques en suspension.* Tous les liquides renfermant des poudres métalliques fines en suspension présentent, soit dans le champ électrique, soit dans le champ magnétique, une biréfringence négative ; elle ne disparaît pas en même temps que le champ : il y a un temps de relaxation de 2 à 3 minutes. Ces mêmes liqueurs présentent, en dehors de tout champ, une biréfringence spontanée positive, due probablement à la chute des particules. — M. **L. Royer** : *Sur l'inversion du pouvoir rotatoire dans les liquides anisotropes.* Le cinnamylate de cholestérine pur montre l'inversion du pouvoir rotatoire pour une certaine longueur d'onde qui varie avec la température (déplacement vers les grandes longueurs d'onde quand la température décroît) ; la longueur d'onde de la couleur réfléchie varie dans le même sens que la longueur d'onde d'inversion ; ces deux longueurs d'ondes semblent être identiques. — M. **E. E. Blaise** et Mlle **Montagne** : *Action du chlorure de thionyle sur les acides-alcools α.* En opérant sur l'acide glycolique, les auteurs ont obtenu d'une part le chlorure du chlorosulfite glycolique, Eb. 78°-82° sous 16 mm., d'autre part, le chlorure chloracétylglycolique, Eb. 99°-101° sous 17 mm. — M. **E. Grandmougin** : *Sur les quindolines.* Si l'on fait réagir sur l'indigo les amines primaires phénoliques, on obtient les indigos diarylimidés qui, traités par les acides minéraux en milieu acétique, fournissent des quindolines substituées. — MM. **C. Deguide** et **P. Baud** : *Un nouveau procédé de fabrication industrielle de la baryte pour le traitement des mélasses de sucrerie.* Le prix élevé de l'hydrate de baryte a jusqu'ici restreint son emploi en sucrerie, car il est difficile à régénérer du carbonate. Les auteurs ont pallié à cet inconvénient en transformant le carbonate, par chauffage avec de la silice, en silicate tribarytique, qui, sous l'action de l'eau, libère une forte quantité d'hydrate de baryte. — M. **L. Semichon** : *Sur la composition des vins de lies et des lies de vin.* Il est facile de reconnaître les vins de lies à leur composition spéciale. En pratique, il serait bien plus avantageux dans les installations vinaires de passer de suite les lies bourbeuses que laisse le premier soutirage dans un filtre-presse, plutôt que de les laisser longtemps à digérer sur les bourbes. Le vin ainsi extrait au filtre-presse aurait sensiblement la composition du vin de soutirage, ne perdrait pas d'alcool ni d'acide tartrique, et serait marchand au même titre que le vin normal.

3° Sciences naturelles. — M. **H. Joly** : *Sur la présence d'écailles ou de lambeaux de charriage dans la chaîne celtibérique.* — M. **P. Russo** : *Sur la constitution géologique du territoire des Hauts-Plateaux et de Figuig (Maroc oriental).* Tout le pays des Hauts-Plateaux est cénomanien ; toute la région plissée qui le borde au Sud est paléozoïque, triasique et jurassique ; les plis de cette dernière région affectent la disposition en éventail et sont orientés d'W en E. — M. **H. Lagotala** : *La chronologie du Quaternaire et les fouilles de Cotencher.* — M. **G. Corroy** : *Les Reptiles néocomiens et albiens du Bassin de Paris.* Au Crétacé inférieur, dans le Bassin de Paris, on assiste à la décadence des Reptiles. Les Plésiosaures sont encore ceux qui persistent le mieux, tandis qu'on touche à l'extinction du groupe des Ichthyosaures. Les Crocodiliens ont perdu la place prépondérante qu'ils occupaient à l'époque précédente et les Dinosauriens, si bien représentés au Wealdien encore, s'acheminent en hâte vers la disparition. — M. **P. Vuillemin** : *Relations entre les chlamydospores et les boucles mycéliennes.* L'auteur attire l'attention sur les chlamydospores qui offrent avec les boucles les mêmes relations que les asques et les basides. Ce cas se trouve surtout réalisé dans le genre *Bornetina*. — M. **P. Bugnon** : *Sur la ramification dichotome dans les cotylédons.* L'existence habituelle ou anormale d'une ramification terminale dichotome des limbes cotylédonaires, ou seulement de leur nervure médiane, peut être regardée comme un trait d'organisation ancestrale, qui mérite d'entrer en ligne de compte dans l'étude des rapports phylogénétiques des plantes à graines entre elles. — M. **R. Souèges** : *Embryogénie des Rosacées. Les derniers stades du développement de l'embryon chez le* Geum urbanum L. Le *Geum urbanum* représente un type nouveau de développement embryonnaire qui ne peut être identifié jusqu'ici à aucun autre. — MM. **L. Mercier** et **R. Poisson** : *Une Haplosporidie*, H. Caulleryi *nov. sp., parasite de* Nereilepas fucata *Sav.* — M. **W. R. Thompson** : *Théorie de l'action des parasites entomophages. Les formules mathématiques du parasitisme cyclique.* L'effet déterminé par l'action des Insectes parasites est une variation rythmique ou

cyclique dans le nombre de l'hôte, variation qui peut être d'une régularité assez nette, l'insecte nuisible agissant en fléau destructeur à des intervalles déterminés. L'auteur représente mathématiquement la marche du cycle parasitaire. — M. **A. Labbé** : *Le rôle de l'alcalinité de l'eau de mer dans les fécondations hétérogènes.* L'alcalinité joue un rôle important dans la pénétration du spermatozoïde; elle agit comme liquéfiant, augmentant la perméabilité pour les ions OH et diminuant la tension superficielle de la membrane de l'œuf.

SOCIÉTÉ FRANÇAISE DE PHYSIQUE

Séance du 7 Avril 1922

M. E. Ariès : *La valeur limite de la chaleur de vaporisation au zéro absolu.* L'auteur a présenté, dans diverses publications, une théorie sur les vapeurs saturées aux basses températures. Elle l'a conduit à envisager de préférence l'hypothèse que la chaleur de vaporisation L d'un liquide s'annulait au zéro absolu. Cette hypothèse a paru inacceptable à quelques auteurs, notamment à M. Bruhat, qui admet que L tend vers une valeur finie L_0. Cette dernière hypothèse conduit à cette conclusion que la détente adiabatique d'un fluide, à partir d'un état initial quelconque, tend à produire une liquéfaction complète, quand le volume augmente indéfiniment, et que la température tend vers le zéro absolu. La quantité de liquide, qui s'accroît sans cesse, conserve bien un volume fini tendant vers le volume U_0 qu'occupe le fluide entièrement condensé au zéro absolu, tandis que la quantité de vapeur en contact avec le liquide occupe un volume indéfiniment croissant, quoique cependant cette quantité tend à s'annuler avec la température. La conception d'un pareil phénomène a paru à M. Ariès bouleverser toutes les idées reçues, d'après lesquelles la détente finit toujours par faire aboutir un fluide à l'état entièrement gazeux, et non à l'état entièrement liquide. C'est pour cette raison que, sans plus ample examen, il a adopté l'hypothèse $L_0 = 0$. Pour justifier sa façon de voir, il apporte deux démonstrations, l'une basée sur le principe de Nernst, l'autre sur la formule de Clapeyron, de la formule : $\text{Lim}\,\frac{\partial L}{\partial T} = C'$ pour $T = 0$, ce qui montre qu'à partir du zéro absolu la chaleur de vaporisation commence par croître. Comme elle doit s'annuler à la température critique, il faut bien qu'elle passe par un maximum. La question de la véritable valeur à attribuer à L_0 reste cependant entière, et ne peut être encore tranchée d'une façon définitive. Il importe de le retenir. Pour faire un choix entre les deux hypothèses possibles, dans l'état actuel de nos connaissances, ne subsiste qu'un critérium, l'effet produit par une détente adiabatique indéfiniment prolongée. M. Ariès n'hésite pas, pour sa part, jusqu'à plus ample information, à donner la préférence à celle des deux hypothèses qui fait aboutir cette détente à une production complète de l'état gazeux, et non à une production complète de l'état liquide. — M. **A. Pérot** : *Diffraction acoustique expérimentale* (Etude de guerre). Pour des recherches spéciales liées à l'écoute des avions, on a construit, pendant la guerre, à l'Observatoire de Meudon, un miroir formé par une portion de cylindre parabolique. La hauteur était 3,50 m. et la parabole section droite du cylindre avait une distance focale de 6 mètres; l'ouverture du miroir était 30 mètres. Cet appareil a permis de faire quelques recherches intéressantes sur la diffraction au voisinage du foyer. Une batterie de 11 téléphones de 250 ohms dont la self-inductance était 0,152 henry, montés en parallèle et munis de cornets de haut parleurs, a été placée sur l'axe de la parabole à 400 mètres du sommet; on y a envoyé le courant d'un alternateur à 1.000 p : s épuré par un circuit de résonance; les 11 téléphones prenaient 0,2 ampère au total. On avait ainsi constitué une source puissante monochromatique. Lorsque l'air était en repos, si l'on se déplaçait dans le plan focal, on entendait une succession de maxima et de minima du son avec un maximum très net au foyer, correspondant aux franges qui se produisent au foyer d'une lunette ou d'un miroir concave. Pour mesurer l'intensité du son, on a employé comme récepteur un téléphone relié à un amplificateur, le téléphone de réception étant remplacé par un transformateur aux bornes duquel étaient branchés en série un microampèremètre de 1.800 ohms et une galène. On a vérifié que les indications du microampèremètre étaient proportionnelles à l'amplitude de la vibration sonore. La courbe obtenue en déplaçant le téléphone auditeur dans le plan focal est analogue à celle qu'indique la théorie de la diffraction dans les lunettes, et vérifie numériquement la formule théorique dans les limites des erreurs expérimentales. Les expériences sont d'ailleurs rendues très difficiles par le déplacement des franges qui se produit sous l'action du moindre courant d'air. Il existe une sorte de scintillation extrêmement curieuse. — M. **L. Dunoyer** : *Les spectres d'induction du césium et du rubidium* : I. *Méthode employée.* On place un tube de verre ou de quartz, sans électrodes, et contenant une petite quantité de césium ou de rubidium pur introduit par distillation dans le vide, à l'intérieur d'un solénoïde constitué par un fil de cuivre enroulé par spires non jointives sur un tube de verre. Ce solénoïde est parcouru par le courant à haute fréquence d'un circuit oscillant. Dans les expériences montrées en séance, ce circuit oscillant est celui d'un petit alternateur de télégraphie sans fil en usage dans l'aviation, le solénoïde remplaçant l'antenne. Un courant de gaz chauds provenant d'un brûleur parcourt le tube sur lequel est enroulé le solénoïde et baigne le tube spectroscopique. II. *Caractères particuliers de la luminescence.* La luminescence commence à apparaître quand la température atteint 80 à 100° C.; elle disparaît à une température plus élevée, de l'ordre de 300° C. Dans cet intervalle, elle peut présenter, tant pour le rubidium que pour le césium, au moins trois aspects très différents au fur et à mesure que la température s'élève : 1° A basse température la luminescence est très brillante (dans les expériences montrées en séance, il était possible de lire facilement à plusieurs mètres du tube, dont la longueur était d'une quarantaine de centimètres, avec un diamètre de 10 millimètres environ). Elle est blanc bleuâtre pour le césium, bleu violet pour le rubidium. 2° A une température un peu plus élevée, la luminescence change *brusquement* de teinte; elle devient pour les deux métaux

avec des nuances différentes, rose pourpre. Elle est encore brillante, mais beaucoup moins que la précédente. 3° La température s'élevant davantage, l'éclat de la luminescence diminue beaucoup jusqu'à disparaître. Elle est bleu verdâtre pour le césium ; saumon pour le rubidium. A un même instant les divers types de luminescence peuvent exister simultanément en diverses parties du tube. A moins d'admettre que la pression ne s'y équilibre qu'avec une extrême lenteur, ce qui est peu vraisemblable, il faut en conclure que le caractère de la luminescence dépend à la fois, et d'une manière indépendante, de la densité de la vapeur et de sa température. Certains indices font penser qu'elle peut dépendre aussi du fait que la vapeur est saturante ou non saturante. III, *Spectres obtenus*. Les spectres qui ont été photographiés et mesurés sont ceux des luminescences les plus brillantes, à basse température. Quelques indications sèulement ont été obtenues sur les spectres de haute température. L'auteur a trouvé dans le spectre du césium 630 raies entre 2.200 A et 6.500 A environ ; pour le rubidium il en a obtenu 337 entre les mêmes limites. Les mesures faites (avec une précision moyenne d'à peu près 0,2 A) conduisent aux conclusions suivantes : 1° Les spectres d'induction à basse température contiennent toutes les raies obtenues jusqu'à présent dans les spectres d'étincelle (78 pour le césium, 61 pour le rubidium). Ces raies y figurent avec de fortes intensités. Mais beaucoup de raies très intenses des spectres d'induction n'ont pas encore été trouvées dans les spectres d'étincelle. 2° Les spectres d'induction obtenus ne contiennent aucune raie appartenant à une série connue, sauf les deux premiers doublets de la série principale (nos 2 et 3). Mais ces doublets y présentent une intensité d'autant plus faible que la température est plus basse. Comme, d'autre part, la luminescence de basse température apparaît tout d'un coup avec tout son éclat, on peut présumer qu'à la plus basse température possible les spectres d'induction ne comprennent aucune raie de série. Ces résultats sont en harmonie avec ceux qu'a obtenus récemment Mc Lennan sur la vapeur de potassium, mais en opposition avec ceux d'autres observateurs qui, dans la décharge sans électrodes à travers les vapeurs de mercure, de cadmium et de zinc, ont obtenu à peu près autant de raies d'arc que de raies d'étincelle. L'intérêt des spectres d'induction des métaux alcalins se rattache au fait signalé par Sommerfeld et rappelé par Mc Lennan, que les atomes des métaux alcalins, lithium, sodium, potassium, rubidium, césium, une fois privés de leur électron externe, ou électron de valence, ne doivent différer de ceux des gaz rares, hélium, néon, argon, krypton, xénon, que par la charge de leur noyau positif, supérieure d'une quantité égale à la charge élémentaire. Les spectres de séries appartiendraient aux atomes non ionisés, tandis que les spectres d'étincelle, et particulièrement les spectres d'induction, appartiendraient aux atomes ionisés. Il devrait donc exister des relations entre les spectres d'induction des métaux alcalins et ceux des gaz rares. En outre, l'éclat de la luminescence produite, la pression extrêmement basse pour laquelle elle se produit, la facilité avec laquelle on l'obtient, le nombre et la finesse apparente des raies, font penser qu'elle pourrait constituer une source intéressante de radiations monochromatiques pour la spectroscopie de haute précision.

SOCIÉTÉ CHIMIQUE DE FRANCE

Séance du 28 Avril 1922

M. C. Matignon : *Réalisation économique de réactions oxydantes dans les usines d'acide nitrique synthétique. Applications.* L'auteur montre l'intérêt qu'il y aurait à adjoindre aux usines de synthèse de l'acide nitrique, une petite usine chargée de fabriquer des produits chimiques par oxydation à l'aide de l'acide nitrique. Lorsque l'acide nitrique agit comme agent d'oxydation, soit sur les corps minéraux, soit sur les corps organiques, tout l'azote combiné fort coûteux qui y est contenu passe dans les gaz résiduaires et se trouve totalement perdu. La réduction peut conduire à NO^2, N^2O^3, NO, N^2O, N^2, NH^3, etc., les produits de la réduction étant d'autant moins oxygénés que la température et la concentration sont toutes deux plus élevées. Il est presque toujours possible, par une dilution convenable de l'acide, de ne pas dépasser le terme NO et par suite de recueillir tout l'azote résiduaire sous forme de vapeurs nitreuses faciles à retransformer en acide nitrique, en les envoyant simplement dans les tours d'absorption de l'usine. Dans ces conditions, il n'y a aucune dépense et l'oxydation se ramène à une oxydation par l'intermédiaire de l'air (les tours absorbent en effet 98-99 °/o des vapeurs nitreuses). L'intervention d'un acide étendu entraîne généralement une concentration et une évaporation finales ; toutefois ces opérations sont purement gratuites en tant que calories consommées, car les usines de synthèse par l'air électrique sont loin de consommer toute la chaleur qu'elles récupèrent des gaz à leur sortie du four. Toutes ces réactions d'oxydation se ramènent donc, comme dépenses essentielles, aux dépenses de main-d'œuvre et d'amortissement des appareils. L'auteur prend deux exemples de fabrications qui donneront certainement des résultats intéressants, celle de sulfate de cuivre à partir du métal et celle de l'acide oxalique à partir du sucre ou des mélasses résiduaires ou même de la cellulose. L'auteur a reconnu que la réaction bien connue de formation du sulfate de cuivre : $3Cu + 3SO^4H^2 + 2NO^3H = 3SO^4Cu + 2NO + 4H^2O$ s'effectue pour des concentrations convenables d'une façon théorique et que tout l'azote est éliminé sous forme de bioxyde d'azote, donc entièrement récupérable. Il en est de même pour la préparation de l'acide oxalique à partir du sucre ; on a constaté également que, dans des conditions déterminées, la réduction de l'acide n'allait pas au delà du terme bioxyde et que tout l'azote combiné était ainsi récupérable. — **M. G. Chaudron** : *Sur le dosage du soufre dans les pyrites de fer.* La méthode généralement recommandée pour le dosage du soufre dans les pyrites consiste à le transformer en acide sulfurique au moyen de l'eau régale. Sur les conditions de cette réaction, les traités d'analyse donnent des indications très différentes et ils signalent comme un incident courant la mise en liberté de soufre. L'auteur s'est efforcé de déterminer les facteurs

dont dépend cette séparation accidentelle du soufre. La marcassite ou les échantillons de pyrite contenant des sulfures de cuivre et de zinc donnent, dès que la température d'attaque dépasse 60°, une séparation de soufre. Si la réaction se fait à froid, il y a toujours une oxydation totale du soufre ; cette méthode est donc à préconiser malgré l'inconvénient de la durée d'attaque, variant de 5 à 12 heures. — MM. **A. Wahl**, **G. Normand** et **G. Vermeylen** : *Sur les monochlorotoluènes.* Les auteurs ont étudié la chloruration du toluène en vue de la préparation d'*o*-chlorotoluène. Ils ont établi préalablement la courbe des points de fusion des mélanges d'*o*- et de *p*-chlorotoluène purs, de façon à pouvoir déterminer la composition du mélange résultant de la chloruration du toluène. Ce mélange (chloruration en présence de Fe) renferme en moyenne 58 °/₀ d'ortho et 42 °/₀ de para. Le chlorure de plomb agit catalytiquement en orientant à chaud la chloruration vers le noyau, en fournissant, avec du chlorure de benzyle, un mélange de chlorotoluènes contenant 62 °/₀ d'ortho.

SOCIÉTÉ DE BIOLOGIE

Séance du 8 Avril 1922

MM. **J. E. Abelous** et **L. C. Soula** : *Adrénaline active et adrénaline virtuelle.* Un contact, même très court, avec le sérum sanguin suffit pour faire perdre à l'adrénaline ses propriétés hypertensives et mydriatiques, propriétés qui reparaissent sous l'influence du contact avec les tissus, particulièrement avec les tissus riches en terminaisons nerveuses et sympathiques. — MM. **E. Guyénot** et **K. Ponse** : *L'organe de Bidder et les caractères sexuels secondaires du Crapaud.* Les caractères sexuels secondaires du Crapaud sont, comme c'est le cas général, sous la dépendance du testicule et non de l'organe de Bidder; celui-ci ne paraît avoir aucune fonction quelconque. — M. **P. Genieys** : *Sur le déterminisme des variations de la coloration chez un Hyménoptère parasite.* L'auteur a étudié l'influence de divers facteurs sur la coloration de l'*Habrobracon brevicornis*. L'action de la chaleur est la plus manifeste: elle se fait sentir sur le développement général de l'insecte, qu'elle accélère, mais surtout elle agit d'une façon intense sur la coloration des adultes en provoquant une dépigmentation générale. Mais tandis que sur la croissance l'action est continue aux divers stades de la vie, sur la couleur elle influe seulement à l'état de nymphe. — M. **A. Richaud** : *Sur l'action des sucs digestifs sur le β-benzyl-d-glucoside.* Ce glucoside résiste énergiquement à l'action de l'émulsine intestinale. — M. **Cl. Regaud** : *Influence de la durée d'irradiation sur les effets déterminés dans le testicule par le radium.* L'allongement du temps d'application, sans accroissement de la dose, est une condition qui favorise beaucoup l'efficacité de l'irradiation. Il paraît même plus important d'augmenter la durée que d'augmenter la dose.

Séance du 29 Avril 1922

M. **J. Belehradek** : *L'influence des produits cataboliques du muscle sur les processus anaboliques.* Les produits cataboliques du muscle influencent le métabolisme non seulement du tissu musculaire, mais encore celui de tout l'animal. Ils sont transmissibles d'un organisme à l'autre par voie digestive et incitent l'anabolisme total. — MM. **M. Fourcade**, **L. Jaloustre** et **P. Lemay** : *Sur les propriétés spirillicides de l'oxyde hydraté de bismuth.* L'oxyde hydraté de bismuth se montre actif à toutes les périodes de la syphilis humaine et ne présente pas de toxicité aux doses thérapeutiques, pas plus pour l'homme que pour le lapin et le chien. — MM. **R. Sazerac** et **C. Levaditi** : *Action du bismuth, en tant que corps simple, sur la syphilis.* Le bismuth, sans être engagé dans une molécule étrangère, constitue à lui seul un spécifique très actif contre la syphilis. Il est, du reste, suffisamment peu toxique pour être employé dans la thérapeutique humaine. — MM. **R. Argaud** et **H. Duboucher** : *Sur les* vasa vasorum *du cordon ombilical des Ruminants.* Les *vasa vasorum* des cordons ombilicaux, d'une artère, par exemple, constituent chez les Ruminants un véritable réseau capillaire intrapariétal dont les branches afférentes, issues de la veine, font place, dans l'épaisseur de la paroi artérielle, à des branches efférentes se jetant dans la lumière de l'artère elle-même, sans mélanger leurs éléments tissuraux à ceux de la paroi transfixée, à la façon, par conséquent, de conduits absolument étrangers. — M. **Cl. Regaud** : *Le rythme alternant de la multiplication cellulaire et la radiosensibilité du testicule.* Les spermatogonies passent par des moments de grande radiosensibilité (correspondant à leurs divisions), séparés par des durées plus longues de radio-sensibilité moindre (correspondant aux intervalles de repos entre les divisions); dans l'ensemble du testicule, il y a à tout moment un mélange de spermatogonies inégalement sensibles. Le rythme alternant de la reproduction cellulaire fournit donc une explication de l'efficacité d'une irradiation prolongée, dans le cas où la prolongation de l'irradiation compense une diminution de l'intensité du rayonnement sans augmenter la dose totale. — M. **A. Migot** : *Sur le mode de fixation des Lucernaires à leur support.* Les Lucernaires se fixent sur les feuilles de Zostère au moyen d'une lame recouverte d'une formation chitineuse complexe, et non par une ventouse. — M. **P. Génieys** : *Observations biologiques sur les* Habrobracon. L'habitude de faire un tube de succion n'est pas une caractéristique de toutes les espèces du genre *Habrobracon*, puisque l'*H. brevicornis* n'en fait pas ; elle peut même manquer chez les espèces qui en font habituellement. La formation des tubes paraît liée à la présence du cocon autour de l'hôte attaqué. — MM. **E. Wollman** et **M. Vagliano** : *Sur le rôle des microorganismes dans la production des vitamines.* Ni le bacille bulgare, ni l'*Amylomucor* ne produisent de vitamines A et B (facteurs de croissance).

Le Gérant : Gaston Doin.

Sté Gle d'Imp. et d'Ed., rue de la Bertauche, 1, Sens.

33e ANNÉE N° 11 15 JUIN 1922

Revue générale des Sciences pures et appliquées

FONDATEUR : LOUIS OLIVIER

DIRECTEUR : J.-P. LANGLOIS, Professeur au Conservatoire national des Arts-et-Métiers, Membre de l'Académie de Médecine

Adresser tout ce qui concerne la rédaction à M. J.-P. LANGLOIS, 8, place de l'Odéon, Paris. — La reproduction et la traduction des œuvres et des travaux publiés dans la *Revue* sont complètement interdites en France et en pays étrangers y compris la Suède, la Norvège et la Hollande

CHRONIQUE ET CORRESPONDANCE

§ 1. — Distinctions scientifiques

Election à l'Académie des Sciences de Paris. — Dans sa séance du 29 mai, l'Académie a procédé à l'élection d'un membre dans sa Section de Géométrie, en remplacement de M. Camille Jordan, décédé. La Section avait présenté la liste suivante de candidats : 1° M. Henri Lebesgue ; 2° MM. E. Cartan et J. Drach ; 3° MM. Cl. Guichard et E. Vessiot. Au premier tour de scrutin, M. H. Lebesgue a été élu par la majorité des votants.

Le nouvel académicien, qui est professeur à la Sorbonne, est connu par ses travaux mathématiques, en particulier sur la définition de l'intégrale et l'intégration.

§ 2. — Nécrologie

L. Ranvier. — La personnalité de Ranvier domine vraiment toute l'Histologie française. Mais il ne suffit pas d'affirmer que Ranvier est le plus grand nom de l'Histologie française, il faut encore dire pourquoi.

Sans déprécier l'œuvre scientifique de ses contemporains et émules, Ch. Robin, G. Pouchet, Ch. Rouget, on peut dire que les recherches de Ranvier, effectuées avec des méthodes d'une impeccable technique, ont marqué un progrès décisif dans l'évolution de l'Histologie en France. Grâce à cette technique, s'il n'a pas tout découvert, parce que presque tout ce qui était directement accessible à l'observation l'était déjà, du moins a-t-il vu mieux que la plupart de ses prédécesseurs ce qu'il a décrit et figuré. Telle est la sûreté de cette technique, qui ne laissait rien au hasard, qu'il n'est pas d'histologiste, répétant les observations de Ranvier et suivant exactement la méthode recommandée, qui dans chaque cas particulier n'ait pu retrouver exactement ce qu'il avait décrit. Aussi n'y a-t-il pas encore actuellement de meilleure initiation pour un débutant que de commencer par répéter les procédés et les observations de Ranvier. Il serait injuste et fâcheux de négliger ces procédés, de ne pas refaire ces observations qui conduisent à coup sûr à la constatation de faits qui sont restés fondamentaux et qui ont conservé leur exactitude. Les savants étrangers et notamment allemands ont rendu fréquemment hommage à la fidélité, à la probité des descriptions de Ranvier, affirmant leur entière confiance dans sa technique et dans ses résultats. Certes cette technique, dont la sûreté avait pour condition sa simplicité, était bien peu variée et peu compliquée et ne répondrait plus aujourd'hui à tous les besoins de la recherche. Mais de cette technique comme d'un instrument monocorde, l'habile artiste savait tirer tous les sons et les plus purs accents.

Ce n'est pas d'ailleurs par la qualité seule de ses investigations que Ranvier s'est placé hors de pair, mais encore par l'étendue du domaine qu'il a parcouru, par la quantité des faits nouveaux qu'il a fait connaître. C'est qu'en effet, dans la longue période de son activité scientifique, qui s'étend environ de 1872 à 1901 et qui dura quelque trente ans, s'il a laissé à peu près complètement de côté l'étude des viscères, et si à la fin de sa carrière scientifique il a fermé les yeux sur le champ immense de la cytologie qui s'ouvrait devant lui, du moins il a exploré méthodiquement la plupart des organes et des tissus, tantôt précisant des détails structuraux mal fixés avant lui, tantôt en révélant de nouveaux, tels que l'existence des fibrilles névrogliques et

celle des étranglements des tubes nerveux. C'est ainsi qu'il a tour à tour étudié : le tissu conjonctif (cellules tendineuses et tissu conjonctif lâche), le sang et les cellules sanguines (formation de la fibrine, hématies, leucocytes et globules de pus, clasmatocytes), les vaisseaux et organes vasculaires sanguins et lymphatiques (développement des capillaires sanguins, développement des lymphatiques des villosités intestinales, cœurs lymphatiques), le cartilage et l'os (ossification), le péritoine, les muscles (muscles lisses, muscles striés, structure des muscles, blancs et rouges), les nerfs et les organes nerveux centraux (tubes nerveux à myéline, névroglie, ganglions spinaux), les terminaisons nerveuses (dans les muscles lisses et striés et dans le muscle cardiaque, dans la cornée, dans les organes tactiles, dans les organes électriques), les organes des sens (épiderme, glandes sudoripares, processus de kératinisation), les glandes salivaires et le foie (processus histologique de la sécrétion), etc., etc. Toutes ces questions ont fait l'objet de notes; ou bien elles ont été traitées dans des leçons faites au Collège de France, qui ont été publiées à part ou dans le *Journal de Micrographie* : telles sont les « Éléments et tissus du système conjonctif », le « Système vasculaire », le « Tissu musculaire lisse », le « Tissu nerveux ». Le *Traité technique d'Histologie*, qui date de 1875, fut la synthèse impérissable de ce travail. Débordant hors de l'Histologie normale, Ranvier étudia, aux confins de celle-ci et de l'Histologie pathologique, la cicatrisation, l'inflammation des séreuses, la dégénérescence nerveuse. Sa place était donc tout indiquée aux côtés de Cornil, avec lequel il collabora au *Manuel d'Histologie pathologique*.

Mais on donnerait une idée incomplète de l'œuvre scientifique de Ranvier, si l'on se bornait à en faire ressortir la qualité, due à celle de la technique elle-même, et la quantité, produit d'un labeur incessant. Il faut encore, pour apprécier le travail scientifique de Ranvier, en marquer la nature. Ranvier appartenait à une époque où la technique encore précaire n'avait pas encore pu révéler aux investigateurs les détails de morphologie structurale dont la recherche a fait ensuite, et souvent jusqu'à l'excès, la principale préoccupation des histologistes. Cette époque était celle où, à l'insuffisance de la technique histologique éloignant les chercheurs des buts purement morphologiques, s'ajoutait le souci physiologique de la liaison de la fonction à la structure, souci qui, après avoir longtemps disparu de l'esprit des histologistes, paraît devoir les reprendre à nouveau. Les Engelmann, les Ranvier, les R. Heidenhain et d'autres ont été les principaux histophysiologistes de cette période. D'ailleurs Ranvier n'appartenait pas seulement à une époque; il était scientifiquement né dans un milieu où l'Histologie ne pouvait être comprise et pratiquée que dans ses relations avec la Physiologie. Son illustre maître Cl. Bernard, pour avoir proclamé que la Physiologie ne pouvait être que cellulaire, aurait été lui aussi certainement amené, quelques lustres plus tard, à accomplir l'œuvre histophysiologique de Ranvier. On ne peut assurer que le maître eût tenu la place de l'élève. Mais Ranvier a maintes fois affirmé qu'il était le continuateur de Cl. Bernard et s'est réclamé de la Physiologie, et de la méthode expérimentale, seules inspiratrices de ses recherches histologiques. « L'enseignement de l'Anatomie générale, dit-il, est une émanation de la chaire de Médecine... Cl. Bernard est mon maître. J'ai adopté sa manière de faire, et, fidèle à la tradition qu'il m'a transmise, j'accorde une importance spéciale aux procédés de recherche; je m'attache à bien montrer les faits et c'est seulement après les avoir décrits que je les groupe pour en faire ressortir la signification. C'est en cela que consiste l'enseignement de la méthode expérimentale, et tel qu'il est pratiqué depuis longtemps pour les sciences physiques. » C'est dans l'étroite association de la méthode expérimentale et de l'observation, dans la fusion histophysiologique des deux disciplines, la Physiologie et l'Histologie, que réside le caractère essentiel et original de l'œuvre de Ranvier. C'est à quoi Ranvier doit d'être considéré comme le plus grand histologiste de notre pays. Si, par l'Histologie, le disciple ne s'éleva pas au-dessus du maître, c'est que le maître était vraiment très haut placé, et peut-être aussi que la portée philosophique de l'Histologie est moindre que celle de la Physiologie.

A. Prenant,
Professeur à la Faculté de Médecine
de l'Université de Paris.

§ 3. — Physique

Un résultat des discussions de la Théorie d'Einstein au Collège de France[1]. — Dans les discussions qui viennent d'avoir lieu au Collège de France avec Einstein, nous avons présenté l'objection suivante à la Théorie de la relativité restreinte.

Supposons que dans un système de référence rectangulaire S (x, y, z), on produise à l'origine O un signal lumineux bref qui donne naissance à l'onde sphérique :

$$x^2 + y^2 + z^2 = c^2t^2. \tag{1}$$

On demande comment apparaît cette onde à un observateur entraîné avec un système S′ (x', y', z') en mouvement uniforme de vitesse v dans la direction des axes Ox et Ox', supposés superposés. Comme on sait, on applique la transformation de Lorentz sous sa forme habituelle, à savoir :

$$\alpha x = x' + \beta ct', \quad y = y', \quad z = z', \quad \alpha ct = ct' + \beta x',$$
$$\text{où} \qquad \beta = v : c \qquad \alpha^2 = 1 - \beta^2.$$

Transformant l'expression (1) à l'aide de ces relations on trouve :

$$x'^2 + y'^2 + z'^2 = c^2t'^2, \tag{2}$$

et Einstein en conclut que l'onde envisagée, pour l'observateur en mouvement, apparaît aussi comme une onde *sphérique*[2].

C'est contre cette conclusion que nous nous sommes élevé. Nous soutenons qu'il est impossible que les équations (1) et (2) représentent à la fois des sphères si ces équations sont liées par la transformation de Lorentz. Celle-ci comporte les 4 relations ci-dessus, qui, ajoutées

1. Communication présentée à la Société suisse de Physique, réunie à Fribourg, le 6 mai 1922.
2. *Ann. d. Phys.*, 1905, t. XVII, p. 901.

aux relations (1) et (2), donnent en tout 6 équations entre les 8 variables $x, y, z, t; x', y', z', t'$. Mais ces équations ne sont pas indépendantes : l'une quelconque d'entre elles est la conséquence des 5 autres; il n'y en a donc que 5 d'indépendantes, ce qui porte à 3 le nombre de variables dont nous pourrons disposer à notre gré. Conformément à la Science classique, on conservera au temps son caractère essentiel de variable indépendante et l'on posera dans notre cas :

$$t = \text{constante}.$$

Sur les 3 variables x, y, z, 2 resteront indépendantes et serviront à former la sphère (1). Mais alors, toutes les variables accentuées seront dépendantes, et t' ne pourra plus représenter le temps. On l'éliminera à l'aide de la relation de Lorentz entre t, t' et x'. On en tirera t' que l'on remplacera dans (2), ce qui donne :

$$(3) \qquad x'^2 + y'^2 + z'^2 = (\alpha ct - \beta x')^2.$$

C'est là l'équation d'un *ellipsoïde* ayant un foyer à l'origine et β comme excentricité. Cet ellipsoïde permet de construire immédiatement les traces dans S et S' d'un rayon lumineux avec les angles d'aberration correspondants φ et φ'. Nous pouvons énoncer le résultat :

Un ébranlement lumineux qui se propage par ondes sphériques concentriques relativement à un système S, se propage par ondes ellipsoïdales homothétiques et confocales relativement à un système S' en mouvement uniforme par rapport à S; l'ébranlement initial coïncide avec le foyer, centre d'homothétie [1].

Dans la discussion, M. Langevin utilisa les constructions graphiques de l'Espace-Temps; nous les avons reproduites ci-contre, mais en les rapportant aux systèmes de référence ingénieux de M. le Professeur Gruner (Berne)[2]. Les axes Ou ($u = ct$) et Ox' d'une part, et Ou' ($u' = ct'$) et Ox d'autre part, sont respectivement perpendiculaires, et l'on prend :

$$\sin(uOu') = \sin(x'Ox) = \beta = v : c.$$

Avec ce dispositif, il n'y a pas de changement d'échelle et les segments unités se trouvent sur le cercle de rayon 1. Les droites $O\xi$ et $O\eta$ sont les traces du cône lumineux : $O\xi$ est la bissectrice des angles (uOx) et ($u'Ox'$); $O\eta$ la bissectrice des angles ($-xOu$) et ($-x'Ou'$). Les plans xOy et $x'Oy'$, perpendiculaires au plan de la figure, sont supposés rabattus d'une façon arbitraire sur ce dernier pour montrer : en haut, la demi-méridienne de la sphère d'onde Σ_1, en bas, la méridienne de l'ellipsoïde Σ'_1.

Lors de la discussion, M. Einstein prit d'abord la parole. Il reconnut l'existence de l'ellipsoïde dans ses propres formules, mais ajouta qu'il n'était pas intéressant. M. Langevin expliqua ensuite que dans la Théorie de la relativité restreinte (pour rester conforme au principe de la constance absolue de la vitesse de la lumière), il fallait couper le cône lumineux à la dis-

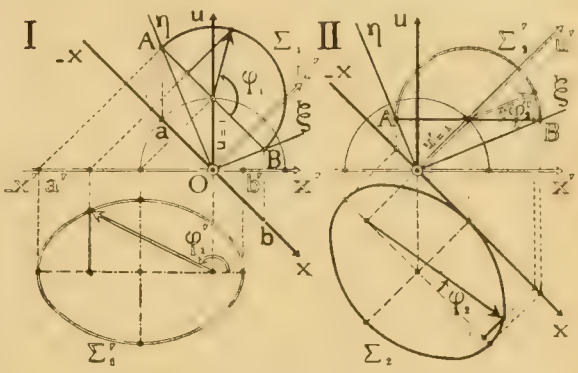


Fig. 1.

tance $u = 1$ pour le système S et $u' = 1$ pour le système S' (fig. 1, 2). On obtient ainsi deux ondes spériques Σ_1 et Σ'_2.

Ces affirmations nous conduisent nécessairement aux conclusions suivantes :

1° Au lieu de conjuguer à la sphère Σ_1 l'ellipsoïde Σ'_1, comme l'impose la figure, on lui conjugue une sphère Σ'_2 n'ayant aucune liaison directe avec la première, alors que la sphère Σ'_2 a comme conjugué naturel l'ellipsoïde Σ_2.

2° Dans la Théorie, un point tel que A de l'Espace-Temps représente un *événement élémentaire*, dont les coordonnées sont (Oa, aA) par rapport à S. Envisagé depuis S', cet événement possède les coordonnées (Oa', a'A). Or la Théorie de la relativité a justement pour objet la considération de l'ensemble des événements élémentaires qui composent l'Univers et la détermination de leurs coordonnées par rapport à *tous* les systèmes de référence possibles. On voit donc qu'en laissant l'ellipsoïde de côté, on postule par là même qu'il existe des variétés d'événements élémentaires qui n'ont pas de sens lorsqu'on les rapporte à certains systèmes de référence, contrairement à l'objet de la Théorie. Cela se rattache au fait que les relativistes ont introduit une définition conventionnelle et arbitraire de la simultanéité. Leur « simultanéité » est relative : elle correspond à $t = \text{const.}$ pour S, et à $t' = \text{const.}$ pour S', et la forme d'un corps est l'ensemble des positions « simultanées » de tous ses points (définition de M. Langevin). La sphère Σ_1 possède donc une forme, car elle correspond à $t = \text{const.}$; par contre, l'ellipsoïde Σ'_1 n'en a point, car pour lui, dans son système S', t' n'est pas constant [équation (2)]; il constitue ainsi une variété à points non « simultanés ». Les relativistes méconnaissent le caractère essentiel de *variable indépendante* que possède le temps dans les sciences physico-mathématiques (Bergson [1]); ici, c'est la variable

1. Cf. Poincaré (*Science et Méthode*, p. 239), qui fit usage d'ellipsoïdes analogues pour expliquer le résultat négatif de l'expérience de Michelson et Morley. Ce résultat n'exige donc nullement la constance *absolue* de la vitesse de la lumière, que postule Einstein. Pour l'expliquer, il suffit de remarquer que, dans la célèbre expérience, les rayons lumineux parcourent des trajets *fermés*. L'avncea que prend un rayon dans un sens est exactement compensée par le retard qu'il subit en sens inverse, et cette compensation rigoureuse est une conséquence d'une propriété de l'ellipse : la somme des inverses de deux rayons vecteurs opposés et issus d'un foyer, est constante.

2. *Phys. Zeitschr.*, t. XXII, p. 384; 1921.

1. Cf. *L'Evolution Créatrice*, p. 363 : ... « La science moderne doit se définir surtout par son aspiration à prendre le temps pour variable indépendante ».

indépendante t qui constitue le temps même pour l'ellipsoïde, comme cela ressort de son équation (3), et l'ensemble de ses points correspond bien, à chaque instant, à une même valeur de t. Si nous imaginons un nombre quelconque de systèmes de référence S', S'', S''',... en translation uniforme relativement à S, le signal lumineux y engendrera des ellipsoïdes d'onde dont les équations seront toutes exprimées en fonction de la variable indépendante t. Celle-ci possède donc bien une signification universelle, c'est-à-dire indépendante du système de référence envisagé.

3° Alors que les ellipsoïdes permettent de construire immédiatement les rayons conjugués et leurs angles d'aberration φ, φ', cette construction devient impossible dès que l'on conjugue Σ'_2 à Σ_1. Cette impossibilité est d'autant plus extraordinaire que la construction avec l'ellipsoïde correspond exactement à la belle formule d'aberration découverte par M. Einstein lui-même, à savoir :

$$\cos\varphi = \frac{\beta + \cos\varphi'}{1 + \beta\cos\varphi'}.$$

En résumé, même ceux qui se plaisent à " postuler " l'absence d'une erreur initiale dans le Mémoire de 1905 devront convenir que l'omission des ellipsoïdes Σ'_1 et Σ_2, sans aucune explication, est pour le moins étrange; elle creuse dans la structure mathématique de la Théorie de la relativité un véritable trou, une discontinuité qui demeure absolument inexplicable. Ces ellipsoïdes, qui résultent immédiatement de l'application de la notion classique de temps universel à la transformation de Lorentz, n'ont pas d'existence réelle dans le « temps Einsteinien ». Aussi bien, ce dernier a masqué aux relativistes ces constructions simples et fondamentales. C'est là la plus grave objection que l'on puisse faire à la valeur heuristique du « temps Einsteinien ».

Ed. Guillaume.

La luminescence de l'antimoine vers son point de solidification. — Quand on chauffe l'antimoine au-dessus de son point de fusion (630° C.), devient d'un rouge intense. Si on le laisse ensuite refroidir, son éclat diminue avec la température jusque vers le point de solidification, où l'on observe une augmentation subite de sa luminosité; il se produit en même temps une élévation de température. Ce phénomène est donc très analogue à la recalescence du fer. Il semble qu'on se trouve en présence d'un cas de cristallo-luminescence. Le phénomène n'est en tout cas pas dû à l'oxydation de l'antimoine, car il se manifeste dans l'hydrogène et dans le vide.

Un échantillon de bismuth a présenté le même phénomène à la même température ; mais on a reconnu qu'il était dû à la contamination du bismuth : il suffit d'une partie d'antimoine dans 2.000 de bismuth pour produire la luminescence [1].

§ 4. — Chimie

La séparation de l'élément chlore en ses isotopes. — Nous avons plus d'une fois signalé à nos lecteurs les beaux travaux de Sir J. J. Thomson, puis d'Aston, qui ont montré, par l'emploi des rayons positifs, qu'un grand nombre d'éléments, supposés simples, sont en réalité formés d'un mélange de deux ou plusieurs isotopes, de mêmes propriétés chimiques, mais de poids atomiques différents [1].

On a tenté de vérifier ces résultats par la séparation de quelques-uns de ces isotopes et, au commencement de 1920, Harkins et Broeker furent les premiers à séparer le chlore en deux fractions qui présentaient une différence de poids atomique de 155/100.000. W. D. Harkins et A. Hayes [2] viennent de reprendre cette opération sur une plus grande quantité de matière en opérant par diffusion de l'acide chlorhydrique à la pression ordinaire.

Les résultats obtenus prouvent que la séparation est réelle et n'est pas attribuable à des impuretés. En tout, ils ont préparé 4 gr. de chlore de poids atomique 35,515, 10 gr. de poids atomique 35,498 et 90 gr. de poids atomique 35,494, en partant de chlore de poids atomique normal 35,460.

D'autres expériences préliminaires de W. D. Harkins et R. S. Mulliken sur la séparation des isotopes du mercure ont déjà donné une différence de poids atomique de 127 millionièmes [3].

§ 5. — Biologie

Notes sur la coloration et l'homochromie. — « Cette *convoluta* est verte, ce *distome* est jaune, cet *asellote* est vert, ce *crangon* est gris, cette *pranize* est rouge vif » : il n'y a là que l'énoncé de faits d'observation, directement contrôlables par la vue, exprimant le concept — simple en apparence — de « coloration » : en réalité ce concept général est infiniment complexe. Si l'on recherche la cause interne qui, chez nos exemples communs, nous procure des sensations colorées, on lui découvrira une étonnante et déconcertante diversité: la *convoluta* est verte parce que son parenchyme contient en grand nombre des algues symbiotiques unicellulaires ; le *distome* (*Didymozoon Scombri* O. Taschb.) paraît jaune par suite de l'accumulation des œufs dans l'utérus distendu, l'*asellote* par suite de leur présence dans son marsupium; le *crangon* doit son aspect grisâtre à la présence, sous son revêtement chitineux, de cellules pigmentaires particulières (chromatophores) portant des prolongements souvent extrêmement ramifiés; la *pranize*, enfin, doit son aspect à l'existence, dans son intestin dilaté, de sang pompé sur un poisson. Si les perceptions lumineuses qui, par l'excitation de notre rétine, font naître dans nos centres supérieurs des sensations spéciales, dites « colorées », présentent génétiquement — c'est-à-dire au point de vue de leur origine — de pareilles différences, on est autorisé à voir dans le concept de coloration — entendu dans son sens général — un être bicéphale, une synthèse composée par la réunion des deux ensembles, qu'une analyse, même superficielle, permet de distinguer.

1. E. Karrer: *Phys. Rev.*, 2, t. XIX, n° 4, p. 437; avril 1922.

1. Voir en particulier : S. Veil, *Rev. gén. des Sc.* du 15 mars 1922.
2. *The Phys. Rev.*, [2], t. XIX, n° 4, p. 403; avril 1922.
3. *Ibid.*, p. 444.

L'idée de coloration peut être envisagée en effet au double point de vue statistique et dynamique, organique et fonctionnel, anatomique et éthologique, interne et externe, subjectif ou objectif. Soit à analyser la phrase suivante : « cet *Hippolyte* est pourpre » ; un premier temps de l'analyse consisterait à rechercher la cause anatomique de cette coloration, cause que l'on découvrirait dans le grand développement, sous le tégument, de chromatophores possédant un pigment particulier, disposés suivant des lois constantes (à égalité d'âge des sujets) et répartis, par exemple dans un groupe *neural*, un groupe *viscéral*, un groupe *caudal*, un groupe *accessoire*[1]. Un deuxième temps nous permettrait de passer des causes aux effets, aux résultats, et de l'existence du pigment rouge au rôle qu'il joue dans la biologie de l'*Hippolyte* et dans les rapports du décapode avec le milieu ambiant : l'animal pourpre est en effet accroché aux rameaux d'une *Rhodophycée*, avec la coloration de laquelle il se confond; il est doué d'*homochromie* et même d'une homochromie variable avec l'intensité et la qualité des rayons lumineux qui l'éclairent, avec enfin le substratum sur lequel il vit.

L'homochromie, ou existence chez un animal d'une similitude plus ou moins accusée entre sa coloration propre et celle du milieu, a été considérée jusqu'ici trop souvent au seul point de vue général et éthologique dont nous parlions plus haut: c'est d'ailleurs le seul qui soit directement et immédiatement perceptible et que nous exprimons par le terme vague de « couleur ». Il peut être utile et intéressant de rechercher si cette apparente uniformité du phénomène homochromique est réelle, et si l'identité des effets ne masque pas la diversité des causes. Ce que nous avons dit de la coloration serait à répéter ici : les animaux jouissant de l'homochromie doivent cette faculté à un certain nombre de dispositions que l'on peut répartir en deux groupes principaux :

1° L'homochromie due à la présence dans le tube digestif[2] de matières ingérées, empruntées au support qui joue ici tout ensemble le rôle de substratum et celui d'aliment. Les cas attribuables à cette homochromie très spéciale, « syntrophique », nutriciale, sont relativement rares : on en découvrira certainement un certain nombre d'exemples chez les Crustacés, les Insectes, les Vers, certains Mollusques. Citons pour l'instant des Copépodes ectoparasites branchiaux (*Lernæa branchialis* p. ex.), des Isopodes [*Gnathiidæ* juv. p.p., *Idotea* p. p. (?)], un Tectibranche (*Archidoris tuberculata* juv.), un Polyclade (*Cycloporus papillosus*).

2° Infiniment plus fréquente est l'homochromie normale, indépendante du régime alimentaire ou tout au moins du contenu intestinal, « épitrophique ». Au point de vue de son origine, elle est toujours due à la localisation du pigment en surface, sous ou dans le tégument[1]. La grande majorité des cas d'homochromie signalés peuvent se rattacher à ce mode particulier : on pourrait d'ailleurs pousser plus loin la distinction et considérer deux groupes : les animaux dont l'homochromie est *immobile* (p. ex. *Phyllum* et autres insectes) et ceux chez lesquels elle est *mobile*, variable avec la nature du milieu et du substratum (Céphalopodes, *Hippolyte*, *Palæmon*, *Cottus bubalis*, etc.)[2].

Th. Monod.

1. La pigmentation de cet animal, comme celle d'un grand nombre de Malacostracés, a été très bien étudiée, tant anatomiquement que physiologiquement, dans les remarquables études de Keeble et Gamble (1900-1905).

2. Et peut-être dans certains cas dans les tissus, voire les téguments, à la suite de l'absorption intestinale.

1. Ou à l'absence de pigment ! Il faut en effet remarquer que la hyalinité de beaucoup d'êtres planktoniques (salpes, méduses, siphonophores, etc.) peut être considérée comme une homochromie, mais une homochromie *négative* pour ainsi dire.

2. Voir à ce sujet les quelques cas signalés par Cuénot : « Influence du milieu sur les animaux », p. 15, et « Genèse des espèces animales », p. 499.

§ 6. — Sciences diverses

Les tables des livres scientifiques français. — Les livres scientifiques en langue anglaise ou en langue allemande présentent aujourd'hui une disposition régulière de leurs tables. On y trouve en général 2 tables : l'une suit l'ordre des chapitres et des pages et se trouve au commencement des volumes; l'autre, alphabétique, est placée à la fin. Certains ouvrages contiennent 2 tables alphabétiques, une table des auteurs et une table des matières.

En France règne, au contraire, actuellement l'irrégularité, et le lecteur est obligé souvent de chercher la ou les tables tantôt au commencement, tantôt à la fin des volumes. A notre époque d'organisation scientifique du travail, il serait utile de faire disparaître cette irrégularité.

La meilleure solution paraît être la suivante: adopter le système anglais et allemand, en n'admettant qu'une seule table alphabétique. C'est, en effet, une complication inutile d'avoir 2 tables alphabétiques, une pour les auteurs, une autre pour les matières. Il est plus simple et plus pratique de combiner les deux en imprimant, par exemple, en italiques les noms des auteurs et en romain ceux des matières.

B. Bourdon,
Professeur à l'Université de Rennes.

UNE FAMILLE D'ASTRONOMES : LES HERSCHEL

A PROPOS DU CENTENAIRE DE LA MORT DE WILLIAM HERSCHEL

Le 25 août prochain, il y aura un siècle que l'illustre William Herschel aura quitté ce monde. L'occasion est donc favorable pour rappeler les titres de ce grand astronome à la reconnaissance de la postérité, ainsi que ceux de son digne fils, et aussi de quelques membres de sa famille, moins connus, mais qui n'en ont pas moins bien mérité de la science.

***

Wilhelm (c'est là son véritable prénom) Herschel était né dans le Hanovre le 15 novembre 1738. Son pays natal se trouvait alors dans une situation assez singulière, car, tout en faisant partie du « Saint Empire Romain et Germanique », il avait pour souverain le roi d'Angleterre. — On sait que les premiers princes de la maison de Hanovre qui gouvernèrent la Grande-Bretagne étaient si étrangers à cette contrée que George Ier ignorait complètement la langue anglaise, et ses successeurs conservèrent longtemps une affection si particulière à leur pays d'origine que, sous leurs auspices, les Hanovriens trouvaient facilement à se placer en Angleterre. — C'est ce qui arriva à Herschel, et le monde entier doit s'en féliciter.

La famille Herschel était, dit-on, d'origine juive ; mais les ancêtres de l'astronome, à une époque que nous ne pouvons indiquer, s'étaient convertis au christianisme. C'est peut-être à cause de leur origine que le père et l'aïeul de celui qui nous occupe ont porté le prénom d'Isaac, et son bisaïeul celui d'Abraham.

Quoi qu'il en soit, Wilhelm eut neuf frères ou sœurs, dont quatre moururent en bas âge. Une famille aussi nombreuse était une lourde charge pour un simple professeur de musique, car telle était la profession d'Isaac Herschel. Ne pouvant donner une éducation complète à tous ses enfants, il s'efforça du moins de leur enseigner l'art qui le faisait vivre, et ce fut avec succès.

En particulier, Wilhelm devint un artiste de grand talent, qui, non seulement dans sa patrie, et plus tard en Angleterre, eut de grands succès dans les concerts, mais aussi, à l'occasion, fut un compositeur distingué. — Mais venons-en à ce qui concerne sa véritable éducation, qu'il ne dut qu'à lui-même, car Herschel est un des plus beaux exemples d'autodidactisme que l'on puisse citer. C'est ainsi qu'il apprit le français, l'anglais et le latin ; il alla moins loin en grec. D'autre part, la métaphysique, à laquelle les cerveaux scientifiques sont, en général, si rebelles, eut toujours un vif attrait pour lui ; enfin, ce qui nous intéresse le plus, c'est que ses études mathématiques furent très fortes. A un âge encore tendre, il possédait parfaitement l'algèbre, la théorie des sections coniques, et le calcul infinitésimal.

Mais il fallait vivre, et toutes ces belles études ne lui en donnaient pas le moyen. Herschel arriva d'abord à se placer comme organiste à Halifax, dans le Yorkshire, puis à Bath, ville mondaine où il trouva de nombreuses occasions de se faire entendre et où il ne manqua pas de leçons à donner. Il parvint donc rapidement à une certaine aisance, et en profita pour compléter son instruction. A trente ans, il avait une position très convenable ; c'était comme chef de la musique d'un régiment hanovrien qu'il avait débuté, et ce fut pour lui une véritable bonne fortune que le changement de garnison qui amena ce régiment dans la Grande-Bretagne.

Comme à bien d'autres, le hasard devait lui révéler sa véritable vocation. Un simple télescope de deux pieds de longueur focale étant tombé entre ses mains, les merveilles que ce petit instrument lui fit découvrir dans le ciel l'enthousiasmèrent ; il voulut s'en procurer un plus puissant. Mais, et ce fut sans doute une circonstance heureuse, le prix qu'on lui en demanda était fort au-dessus de ses moyens.

Il ne se rebuta pas pour cela ; il avait des connaissances approfondies en Optique, il était très habile de ses mains ; sa ténacité était de fer. L'instrument qu'il ne pouvait acheter, il résolut de le construire, et il commença par faire une multitude de recherches sur la composition des alliages métalliques les plus propres à réfléchir la lumière, sur la manière d'amener les miroirs à la forme parabolique, de leur donner un poli parfait, etc. Son labeur obtint le succès qu'il méritait : en 1774, Herschel disposait d'un télescope newtonien de sept pieds de foyer.

Ce n'était qu'un premier résultat, et Herschel ne devait pas, à beaucoup près, s'en tenir là. Dans le cours de sa carrière, il tailla plusieurs centaines de miroirs, dont le plus grand avait quatre pieds anglais et dix pouces de diamètre, et trente-neuf pieds de distance focale. La construction du télescope gigantesque dont ce miroir fit partie demanda quatre années, et dura de 1785

à 1789. Il ne rendit pas d'ailleurs autant de services qu'on s'y était attendu. Il fallait beaucoup de temps à cette masse pour se mettre en équilibre de température avec l'atmosphère, et les heures de ciel serein sont si rares en Angleterre que, lorsque cet équilibre existait, bien souvent le brouillard ou les nuages venaient rendre les observations impossibles. (Un autre télescope, de vingt pieds de distance focale seulement, fut beaucoup plus utile.) L'instrument, tant au point de vue optique qu'au point de vue mécanique, n'en était pas moins un chef-d'œuvre, et il importe de faire mention ici d'un frère de l'astronome, Alexandre Herschel, dont le talent de mécanicien vint grandement en aide à celui-ci. — Ajoutons qu'on doit présumer qu'à l'occasion Herschel, très lié avec l'illustre James Watt, le consultait sur les meilleures dispositions à adopter pour que ses télescopes, malgré leurs dimensions inusitées, fussent dirigés facilement vers la région du ciel qui l'intéressait.

Dans sa famille, William trouva encore un auxiliaire dévoué qui mérite bien de ne pas être laissé dans l'ombre. C'était sa sœur Caroline, qui, née le 16 mars 1750, devait vivre jusqu'au 9 juin 1848. Admiratrice des talents de son frère, elle poussa jusqu'aux dernières limites le dévouement qu'il lui inspirait. Elle fut à la fois son assistant, son calculateur et son secrétaire. Un jour, en travaillant avec lui, il lui arriva de se blesser si gravement au genou qu'on craignit tout d'abord qu'une amputation ne fût nécessaire.

Un illustre astronome français, dont le nom n'est pas assez connu, fut témoin de cette collaboration de tous les instants. Elle fit sur lui une vive impression ; si on veut en juger, il faut écouter Cassini IV lui-même[1] :

« Mais il me restait encore, pour remplir tous les objets de ma mission, de visiter l'observatoire de M. Herschel, et de voir ces fameux télescopes, à qui l'astronomie est redevable d'un nouveau ciel et de nouveaux astres. — Sans parler de l'intérêt tout particulier que j'avais à cette visite, il eût sans doute été aussi ridicule à un astronome de passer en Angleterre sans voir les télescopes de M. Herschel qu'à un voyageur en Egypte de ne point voir les Pyramides. Je me rendis donc à Slough avec mes collègues. A quelques pas de l'habitation de M. Herschel, au milieu d'un vaste boulingrin, s'élevait en plein air, vers le ciel, ce grand télescope de vingt pieds, qui lui avait servi aux intéressantes découvertes dont il entretenait depuis plusieurs années le monde savant. Malheureusement, la nouvelle planète qu'il avait découverte n'était pas sur l'horizon. Il fallut se contenter d'observer des étoiles doubles, triples, et ces nébuleuses trouées, inconnues avant M. Herschel. L'effet de ce télescope nous parut supérieur à tous ceux que nous connaissions : mais rien n'attira autant notre examen et notre admiration que l'élégance et la solidité du support de l'instrument, le mécanisme, la précision et la facilité de ses mouvements, et surtout l'ingénieuse manière de diriger à volonté ce long tube vers telle ou telle partie du ciel que l'on veut parcourir, sur tel astre que l'on veut observer et reconnaître. Placé commodément en haut vers l'ouverture du tuyau (il n'avait pas encore alors supprimé le petit miroir), M. Herschel, isolé et dans une obscurité propice, observe, fait ses remarques et les dicte à miss Herschel, sa sœur et sa coopératrice, qui est renfermée dans un petit cabinet au centre de l'échafaudage formant le pied de l'instrument ; devant elle, un mécanisme ingénieux représente et trace sur une carte céleste les degrés d'élévation, d'abaissement, et les divers mouvements en tous sens qu'a faits le télescope depuis le point de départ, ce qui la met à portée de juger et de faire connaître, même à l'observateur, vers quel point est dirigé son télescope, et à quelle étoile se rapportent les circonstances qu'il observe et qu'il croit dignes de noter. C'est ainsi que, séparés du reste des hommes, l'esprit et le regard élevés vers les régions célestes, le frère et la sœur, unis de pensée et d'actions, s'occupent sans cesse dans le silence des nuits à parcourir les régions les plus reculées de la voûte étoilée, cherchant de nouveaux mondes dont la découverte ne coûtera jamais rien à l'humanité. Nous devons le dire, et nous ne craignons pas d'être démentis par celui qui y aurait le plus d'intérêt, c'est à sa digne et inimitable sœur que M. Herschel est redevable en grande partie de ces observations nombreuses et curieuses sur les étoiles fixes dont il a enrichi l'astronomie. En effet quelle autre que miss Herschel aurait la complaisance, la patience, le courage et le zèle de s'identifier ainsi à des recherches, à des veilles, à des travaux aussi longs, aussi ingrats, aussi fatigants ? M. Herschel ne refusera donc pas de céder quelque portion d'une gloire qu'il peut partager avec une sœur, sans en rien perdre. »

Ajoutons que lorsque Herschel était occupé de la construction de l'un de ses grands miroirs, ce travail ne devant souffrir aucune interruption,

1. Le directeur de l'Observatoire de Paris fit, en 1787, un voyage en Angleterre pour commander des instruments au plus grand constructeur de cette époque, à l'illustre Ramsden. Ce lui fut une occasion toute naturelle de visiter les principaux observatoires anglais.

c'est de la main de sa sœur qu'il prenait les quelques aliments dont il ne pouvait se passer, et que ces aliments, elle les avait préparés elle-même.

* * *

Venons-en maintenant aux belles découvertes que fit l'observateur avec les instruments qu'avait construits l'opticien.

Le 13 mars 1781, Herschel découvrit dans la constellation des Gémeaux un astre mobile, qu'il prit d'abord pour une comète, mais qui, en réalité, était une nouvelle planète. Le 8 mai suivant, un magistrat français, le président de Saron, qui avait des connaissances approfondies dans plusieurs sciences et notamment en astronomie, reconnut la véritable nature du nouvel astre. Cela fit une sensation profonde, car, de temps immémorial, on était persuadé qu'il n'existe que six planètes, ou, si l'on veut, sept en comptant la Lune. Herschel donna au nouvel astre le nom de *Georgium sidus*, qui n'a pas prévalu, non plus que celui de Herschel, que Lalande aurait voulu voir adopter. Depuis longtemps, cet astre n'est connu que sous le nom d'Uranus.

Cette découverte sensationnelle lui valut la médaille de Copley, dont la valeur matérielle est minime, mais qui n'en est pas moins la plus glorieuse récompense que puisse décerner la Société Royale de Londres. Cette même médaille fut décernée, en 1821 et en 1847, à son digne fils, à John Herschel.

De son côté, le roi George, très attaché à tout ce qui venait du Hanovre, traita Herschel comme il le méritait. Il lui fit une rente annuelle de 300 guinées et lui accorda une habitation au village de Slough, près de Windsor. — Herschel devint donc, non pas astronome royal, comme on l'a dit quelquefois, mais astronome particulier du roi d'Angleterre ; quant à sa sœur, elle fut nommée astronome adjoint, avec des appointements suffisants pour ses besoins modestes.

Dispensé désormais de considérer la musique autrement que comme une noble distraction, Herschel ne vécut plus que pour la science. Parmi ses principales découvertes, que nous ne pouvons pas énumérer toutes ici à beaucoup près, nous citerons celle de deux satellites de Saturne et de deux satellites d'Uranus, celle du mouvement propre du système solaire dans l'espace; enfin, nous ferons mention de ses immenses travaux sur la structure de l'univers étoilé, autrement dit sur la distribution des étoiles dans l'espace infini, travaux qu'a repris W. Struve, et que reprendront après lui bien des générations d'astronomes.

Une pareille activité devait attirer à Herschel tous les honneurs auxquels il pouvait prétendre dans sa patrie d'adoption. L'Université d'Oxford, à l'occasion de la découverte d'Uranus, lui conféra solennellement le diplôme de docteur en droit, ce qui nous semble assez singulier. Il est plus naturel qu'à la création de la Société Royale astronomique (1820), Herschel ait été nommé président, le duc de Somerset, auquel on avait songé tout d'abord, n'ayant pas accepté.

En France, l'Académie des Sciences se l'était attaché comme associé étranger dès 1790. Pendant la courte période où, au temps du Consulat, la France et l'Angleterre furent en paix, Herschel vint à Paris, et Bonaparte tint à le voir. — On peut s'étonner de ce que Napoléon n'a point cherché à doter l'astronomie française d'instruments aussi puissants que ceux de l'astronome de Slough, si bien qu'Arago était obligé, pour l'honneur scientifique de notre pays, de faire remarquer (à propos de la réimpression des œuvres de Laplace) que l'analyse mathématique est aussi un instrument bien puissant, grâce auquel notre grand géomètre put prévoir des vérités qu'Herschel constata seulement plus tard.

Herschel mourut doucement à l'âge de 84 ans. Sa sœur Caroline quitta alors l'Angleterre et retourna dans son pays natal, où elle vécut encore plus d'un quart de siècle. Son neveu John, dont nous allons parler, recueillit tous les documents concernant cette éminente femme. Les « Memoirs and Correspondence of Caroline Herschel » furent publiés en 1876 par Mrs John Herschel, sa petite-nièce.

* * *

De son mariage, contracté à l'âge de cinquante ans avec une veuve fort riche, Herschel eut un fils unique, né le 7 mars 1792. A Eton d'abord, puis à l'Université de Cambridge, John Herschel fit de brillantes études. Quand il les eut terminées, il hésita quelque temps entre la Chimie et l'Astronomie, mais se décida finalement à marcher sur les traces de son illustre père, observa, en compagnie de James South (1785-1867), les étoiles doubles, et chercha à perfectionner les objectifs des réfracteurs, comme W. Herschel avait perfectionné les miroirs des télescopes. Avec un télescope de vingt pieds de foyer, pendant huit ans, il « balaya les cieux », et forma des catalogues contenant 4.000 étoiles doubles, et 2.306 nébuleuses.

Ces grandes recherches dans le ciel ne l'empêchèrent point d'écrire un grand Traité d'Optique, dont la traduction française, due à Verhulst et Quételet, forme deux volumes in-8°.

Il jugea qu'il travaillerait plus utilement pour la science sous un ciel différent de celui de l'Europe, et, en 1833, on le voit s'embarquer pour le Cap avec sa femme et ses enfants. Il emportait avec lui de beaux instruments. Dès le 5 mars 1834, son observatoire était monté et il pouvait commencer ses travaux, qui durèrent pendant cinq ans, et dont le fruit fut un magnifique ouvrage publié à Londres en 1847. Les étoiles doubles, les nébuleuses, voilà les principaux objets auxquels ce livre est consacré, mais il n'a pas négligé la comète de Halley, les satellites de Saturne, les taches du Soleil, etc.

Comme jadis son père, il obtint tous les honneurs qu'un savant peut souhaiter. Comme lui, il présida la Société Royale astronomique et, de plus, la Société Royale de Londres, qui est une des plus illustres académies de l'Europe. Correspondant de notre Académie des Sciences en 1830, il devint associé étranger en 1855. Dès 1845, il avait présidé la session de l'Association britannique pour l'avancement des Sciences qui se tint à Cambridge, et il avait été un des fondateurs de cette utile Société. — Les habitants du Cap, pour conserver le souvenir de son séjour parmi eux, élevèrent un obélisque à l'endroit même où il avait établi son grand télescope. Enfin, quand il mourut le 11 mai 1871, il fut enterré dans l'abbaye de Westminster, où il repose à côté de Newton ! On n'en avait pas fait autant pour William Herschel, qui fut enseveli dans la petite église du village d'Upton, peu éloigné de Windsor.

Plusieurs des ouvrages de John Herschel ont été traduits en français, notamment son *Discours sur l'étude de la Philosophie naturelle*, dont l'analyse, faite par Littré dans un brillant article du *National*, commença à attirer l'attention publique sur le futur auteur du *Dictionnaire de la langue française*.

On lui doit encore un *Traité élémentaire d'Astronomie* qui a eu de nombreuses éditions et que Cournot a mis à la portée des lecteurs français. On n'en a malheureusement pas fait autant pour un autre ouvrage de vulgarisation qu'il a publié dans les dernières années de sa vie, les *Familiar lectures on scientific subjects*. Une grande partie de ce volume est consacrée aux phénomènes terrestres, et, en particulier, aux éruptions volcaniques. La curiosité de J. Herschel s'étendait, en effet, à tout ce qui est du domaine de la Physique. — Ajoutons, pour en finir avec cet homme à l'esprit encyclopédique, qu'il devina le grand rôle que la photographie devait jouer dans l'astronomie de l'avenir, et, ce qui est plus surprenant, qu'il était poète à l'occasion, et qu'il a publié un certain nombre de pièces de vers.

*
* *

Parmi les douze enfants de John Herschel, deux de ses fils, qui portaient les prénoms d'Alexandre et de John, doivent retenir notre attention.

Nés l'un et l'autre au Cap, en 1836 et 1837, ils moururent tous les deux en 1907, à Slough, où ils s'étaient retirés à la fin de leur carrière active.

Alexandre Herschel avait, en 1866, été nommé professeur de Physique mécanique et expérimentale à l'Université de Glasgow, et, en 1871, il était passé à l'Université de Durham, où il occupa une chaire de même nature. Il la garda jusqu'en 1886. Alors, il retourna s'établir à Slough, où il ne retrouva plus le bel horizon qui avait tant facilité les travaux de son aïeul. Il put néanmoins continuer à s'occuper de ses travaux sur les étoiles filantes, auxquelles il s'était intéressé toute sa vie. Sa dernière observation de ces phénomènes est datée du 13 février 1907; il mourut le 18 juin.

Il est un des astronomes qui ont le plus contribué à faire admettre cette idée, généralement reçue aujourd'hui, que les étoiles filantes, dont les essaims s'observent à des époques périodiques, sont les débris d'anciennes comètes qui se sont fragmentées, et qui sont disséminés tout le long de leurs orbites. Tel est le cas de la fameuse comète de Biéla, qu'on vit se diviser d'abord en deux fragments qui suivaient la même route, qu'on ne revit plus depuis 1852, mais à laquelle on rattache les grandes pluies d'étoiles filantes de 1872 et 1885.

John Herschel, frère d'Alexandre, avait suivi la carrière militaire. En 1868, on le trouve dans l'Inde, capitaine du génie, et on le voit à Guntoor observer, en même temps que M. Janssen, la fameuse éclipse du 18 août. En 1871, le 11 décembre, il cherche encore à observer une éclipse totale, mais l'état du ciel ne lui permet pas de réussir. M. Janssen, établi cependant dans la même région, fut plus heureux.

Enfin, John Herschel s'est beaucoup occupé de géodésie. Il parvint au grade de colonel, et passa ses dernières années à Slough, en compagnie de son frère et de ses sœurs.

En 1863 et 1866, le digne fils de William Herschel avait donné à la Société Royale astronomique de Londres les registres originaux des observations de nébuleuses, d'étoiles doubles, etc., faites par cet illustre astronome, ainsi que les copies dues à sa laborieuse sœur.

D'autres papiers étaient demeurés entre les

mains de la famille, mais Alexandre et John Herschel se sont finalement décidés à les offrir à la Société Royale, en sorte que celle-ci est en possession de tous les documents nécessaires pour la publication d'une édition des œuvres complètes de Sir William Herschel, publication dont elle a chargé M. Dreyer, directeur de l'Observatoire d'Armagh, qui a déjà entrepris la publication des œuvres de Tycho-Brahé.

C'est en 1910 que l'on a décidé de nous donner les œuvres du grand Herschel; on conçoit que les événements aient porté obstacle à cette entreprise. Deux volumes de ces *Scientific Papers* ont paru en 1912, et depuis dix ans la suite se fait attendre. Mais, quelle que soit l'impatience des astronomes à cet égard, ils n'ont aucun doute sur son succès final, sachant qu'elle est confiée à l'homme le plus capable de la mener à bonne fin.

E. Doublet,
Astronome à l'Observatoire de Bordeaux.

LES CARACTÈRES SEXUELS ET LE PROBLÈME DE LEUR GROUPEMENT

La multiplication des êtres apparaît aux yeux du biologiste comme une conséquence de l'assimilation, propriété fondamentale de la matière vivante. S'accroissant aux dépens du milieu extérieur, l'organisme, dont la taille ne peut dépasser certaines limites, est contraint de se diviser. Ce mode de reproduction, consistant en un dédoublement de l'individu, semble suffire à la propagation de beaucoup d'espèces; dans la majorité des cas cependant, on voit apparaître, à un certain moment du cycle évolutif, un processus plus complexe, dont la nature et la signification exacte nous demeurent inconnues : c'est la sexualité.

Ce phénomène, qui peut, dans le détail, présenter des aspects assez variés, paraît consister essentiellement dans l'attraction réciproque et la fusion de deux cellules. Celles-ci peuvent être morphologiquement semblables, et leur réunion constitue alors l'*isogamie*; mais, le plus souvent, elles sont différentes (*hétérogamie*) et permettent de distinguer deux *sexes*. L'une, d'assez forte taille et généralement immobile, est dite *femelle;* l'autre, de dimension plus réduite, possède un cytoplasme peu abondant et est douée de mobilité : c'est l'élément *mâle*. Chez les êtres pluricellulaires, ces deux sortes de cellules, nommées *gamètes*, peuvent être formées par le même individu, que l'on dit alors *hermaphrodite*, ou être le produit caractéristique de deux individus distincts : c'est l'état de *gonochorisme*. Dans ce dernier cas, les deux types d'individus ne se distinguent généralement pas seulement par la nature de leurs gamètes, mais encore par des particularités morphologiques, physiologiques ou psychiques, offrant des rapports plus ou moins étroits avec la fonction qu'ils sont appelés à remplir. Le mâle et la femelle diffèrent donc par un certain nombre de caractères d'importance diverse. Il est devenu classique de diviser ceux-ci en deux catégories : 1° les caractères *primaires*, constitués principalement par les glandes génitales et, accessoirement, par les parties servant à l'évacuation des gamètes; 2° les caractères *secondaires*, comprenant toutes les autres différences sexuelles.

Cette classification, qui présente quelques avantages pratiques, est totalement arbitraire, et, si elle peut suffire au morphologiste, elle offre, au point de vue biologique, le grand inconvénient de ne tenir aucun compte de la véritable nature des éléments qu'elle prétend grouper. En poussant un peu plus loin l'analyse, on verra que le sexe n'est pas formé par l'union de deux sortes de caractères, mais qu'il est constitué par un grand nombre d'éléments hétérogènes. Pour étudier la formation de ce complexe, il ne suffit donc pas de rechercher, comme on a tendance à le faire actuellement, quelle est la nature des liens qui unissent les caractères secondaires aux caractères primaires, mais il faut surtout examiner par quel mécanisme les éléments du sexe, de nature et d'origine si différentes, ont pu se grouper en deux catégories antagonistes. Nous verrons que c'est là un problème très complexe, mais aussi très général, dont la solution, applicable à d'autres cas de polymorphisme, dépasse de beaucoup l'intérêt des questions de sexualité. Avant de l'aborder, il convient de passer une revue critique des éléments du sexe.

*
* *

Le nom de caractères primaires, ou mieux primordiaux, devrait, semble-t-il, être réservé à ceux qui distinguent les éléments appelés à se fusionner, c'est-à-dire les gamètes. Ce sont les

seuls qui soient nécessaires pour distinguer les sexes, et les êtres monocellulaires n'en présentent évidemment pas d'autres.

Toutes les autres particularités sexuelles, y compris la forme des gonades, peuvent rentrer dans la catégorie des caractères secondaires, si toutefois l'on tient à conserver ce nom. Les différences morphologiques qui séparent les glandes génitales ne dépendent pas, en effet, de la nature des produits qui se forment à l'intérieur de celles-ci. Chez beaucoup d'espèces (Vers, Echinodermes), une hétérogamie très nette n'est pas incompatible avec une grande similitude de forme des glandes génitales. On sait, du reste, que chez les hermaphrodites, les deux sortes de gamètes peuvent être issus non seulement de la même glande, mais encore du même diverticule glandulaire.

A plus forte raison, est-il difficile de considérer comme caractères primaires ceux qui dépendent de la structure des voies évacuatrices, appareils copulateurs, glandes annexes, etc. Non seulement ces organes ont une origine embryologique souvent très différente de celle des gonades, mais on sait, dans bien des cas, qu'ils n'ont été adaptés que secondairement à leur fonction actuelle : tel le canal déférent des Vertébrés supérieurs, qui n'est autre que l'uretère du mésonéphros (canal de Wolff). Quant aux appareils copulateurs proprement dits, parfois éloignés et tout à fait distincts des voies évacuatrices (Araignées, Libellules), ils doivent être rangés parmi les nombreux organes adaptatifs qui seront examinés plus loin.

*
* *

Dans la hiérarchie des caractères sexuels, il convient de placer à la suite de ceux qui sont relatifs à la nature des gamètes, les particularités qui, pour des causes physiologiques, dépendent directement de celle-ci. La formation d'ovules, nécessitant l'accumulation de matières de réserve, exige un système d'échanges différent de celui qui est propre au mâle, et il est fréquent que cette diversité de métabolisme se manifeste par des signes bien visibles. Chez les Arthropodes notamment, on a montré que le sang était, chez les mâles, plus riche en graisse et plus pauvre en glycogène que chez les femelles; parfois même, il diffère de couleur dans les deux sexes. Dans certains cas, il est possible que les différences pigmentaires soient aussi la conséquence directe de la diversité des métabolismes, mais il serait imprudent de généraliser. Quelques naturalistes, poussés par le désir d'expliquer par des causes très simples la cohésion des diverses particularités qui distinguent chaque sexe, voudraient attribuer à l'activité des gonades presque tous les caractères sexuels secondaires. Les brillantes livrées du mâle, ses ornementations plus développées, son activité plus grande, seraient dues à ce que les substances nutritives utilisées chez la femelle à la formation des œufs, pourraient être, chez lui, employées à d'autres usages.

Ces vues, un peu simplistes, ne résistent pas à l'analyse. Remarquons d'abord que les brillantes couleurs ne sont pas toujours l'apanage exclusif du mâle. Dans certains cas, les deux sexes se ressemblent; dans d'autres, c'est la femelle qui est la plus ornée. L'examen de la taille prêterait à des remarques semblables. Ensuite, on observe souvent un polymorphisme unisexuel, consistant en ce fait que des individus ayant la même fonction génitale présentent des aspects fort différents. On connaît des espèces d'Oiseaux ou d'Insectes possédant deux ou plusieurs types de mâles. Il existe notamment une race de *Gallus domesticus* (race *Campine*) chez laquelle on trouve deux sortes de coqs. Les uns ont le panache caudal habituel à ces animaux, tandis que les autres ne possèdent que le terne plumage de la poule. On a démontré que, chez ces derniers, la production des faucilles caudales était inhibée par la sécrétion de certaines glandes interstitielles. Elle n'est, en tout cas, aucunement en rapport avec l'activité génitale.

Il se peut, d'ailleurs, que beaucoup de caractères qui ne dérivent plus aujourd'hui directement du fonctionnement des gonades, doivent en partie leur origine à l'activité de ces organes; mais il faut se garder de confondre l'action *actuelle* de la cause déterminante avec celle qui s'est fait sentir au cours des âges. La première peut se résoudre en un mécanisme relativement simple, tel que celui des hormones; la seconde, dans laquelle interviennent tous les facteurs de l'évolution et de l'hérédité, est nécessairement beaucoup plus complexe.

*
* *

La plupart des particularités qui distinguent les sexes peuvent être considérées comme des caractères adaptatifs spéciaux, en rapport avec la fonction reproductrice de l'individu. Leur genèse pose les mêmes problèmes que celle de tous les caractères adaptatifs, et est justiciable des mêmes tentatives d'explication : action de l'usage, sélection, etc. Une grande partie de ces caractères montrent une adaptation réciproque, ce sont ceux qui ont trait à l'accouplement et à la rencontre des sexes : organes copulateurs,

appareils spéciaux permettant au mâle de saisir la femelle, etc. On peut citer comme exemple les dispositifs merveilleux présentés par les Argules et par beaucoup d'Araignées.

D'autres caractères sont relatifs à l'adaptation particulière d'un sexe à un certain genre de vie, mais ne sont souvent liés que très indirectement avec la fonction sexuelle, à telle enseigne que, suivant les espèces, ces caractères se rencontrent chez le mâle ou chez la femelle. Tels sont, par exemple : l'aptérisme de certains insectes (chez le ♂ de *Blastophaga*, chez la ♀ de *Psyche*, *Orgya*, etc.), les modifications consécutives à la vie parasitaire et à des modes d'alimentation différents, l'état larvaire dans lequel peut persister l'un des sexes. Ce sont là, à proprement parler, des adaptations spécifiques limitées à un sexe.

***

Lorsqu'on passe en revue la série des caractères sexuels, on est frappé de voir que des attributs constituant, chez certaines espèces, l'apanage exclusif d'un sexe, existent chez le mâle et chez la femelle dans des espèces ou des genres voisins. On peut citer comme exemple : les cornes des Ruminants (limitées au chez le Cerf, étendues aux deux sexes chez la plupart des Rennes), les défenses des Eléphants (chez le ♂ d'*E. indicus*, chez le ♂ et la ♀ d'*E. africanus*), les appareils lumineux de certains Insectes (chez la ♀ du Lampyre, chez le ♂ et la ♀ de *Luciola italica*).

L'origine de ces caractères a donné lieu à des interprétations différentes. Pour certains auteurs, Kammerer, Ash, ce seraient des caractères spécifiques qui auraient fini par être monopolisés par un sexe. Pour Ash [1], en particulier, ils correspondraient à des fonctions abandonnées, chez le jeune, à cause de la croissance, et, chez la femelle, en raison des nécessités de la reproduction. Meisenheimer [2] pense, au contraire, que ces attributs ont d'abord été conquis par un sexe et sont passés secondairement au rang de caractère spécifique. Il cite, en particulier, l'exemple des Cervidés : les plus anciens d'entre eux, *Moschus*, *Hydropotes*, n'ont pas du tout de bois, puis ceux-ci se forment peu à peu chez le mâle de beaucoup d'espèces, et, chez la plupart des Rennes, ils se développent dans les deux sexes. L'histoire des Antilopes et celle des Bovidés fournissent des faits analogues.

Il se peut que, suivant les cas, les deux théories soient exactes. Le point intéressant à mettre en évidence est que la plupart des caractères sexuels ne diffèrent pas de nature des caractères spécifiques et que beaucoup d'entre eux sont, au moins actuellement, indépendants de l'activité des glandes génitales.

Comment le passage d'un caractère de l'état sexuel à l'état indifférent, ou l'évolution inverse, ont-ils pu s'effectuer ? L'hybridation permet parfois d'assister à la réalisation brusque de substitutions de ce genre, mais il est probable que, dans la série évolutive, les passages se sont accomplis graduellement par une autre voie. Dans des races voisines, un même caractère peut offrir toutes les gradations entre la nature sexuelle et la nature purement spécifique. Il y a dans le gouvernement de Kasan une race de Renne où la femelle n'a pas de bois ; en Scandinavie, on en connaît une autre où les bois existent chez la femelle, mais moins développés que chez le mâle, et qui mène ainsi par transition au type le plus commun, chez lequel les bois sont également développés dans les deux sexes.

Au point de vue qui nous occupe, il est intéressant d'examiner certains caractères fluctuants, tels que la taille dans l'espèce humaine, qui ne caractérisent un sexe que si l'on considère une moyenne. Ici, ce sont, en effet, les courbes de fréquence du caractère en question qui distinguent les sexes, de sorte que, dans certains cas, une particularité, généralement développée à un degré supérieur chez le mâle, pourra être exceptionnellement plus prononcée chez la femelle. Dans d'autres cas, il y aura égalité. C'est peut-être par déplacement graduel de la moyenne ou du *mode* des courbes de fréquence que, peu à peu, un caractère a pu de sexuel devenir spécifique ou accomplir le passage inverse.

En se plaçant à d'autres points de vue, il serait possible de diviser les caractères sexuels en *précoces* et *tardifs*, en *constants* et *saisonniers*, etc.; mais cette analyse rapide n'a d'autres buts que de souligner la diversité d'origine et de nature des particularités sexuelles et de montrer dans toute sa complexité la question qui se pose maintenant : Par quel mécanisme les divers éléments constitutifs du sexe se sont-ils ordonnés suivant deux catégories exclusives, et réapparaissent-ils en bloc, toujours groupés de la même façon, sous l'influence du déterminisme approprié ?

1. J. W. Ash : The explanation of secondary sex characters as characters of abandoned function, with observations on the insufficiency of the hormone-theory. *Rep. 85 th Meet. Brit. Assoc. Adv. Sc. Manchester*, 1916, p. 471-472.

2. J. Meisenheimer : Aussere Geschlechtsmerkmale und Gesammtorganismus in ihren gegenseitigen Beziehungen. *Verh. deutsch. Zoöl. Ges.*, 23e *Vers. Bremen*, 1913, p. 18-56.

***

Si l'on ne considère que ce qui se passe chez les Vertébrés, ce que beaucoup de physiologistes sont tentés de faire, il semble que la solution du problème soit fournie par la découverte des hormones. On sait que la castration, pratiquée sur des sujets suffisamment jeunes, a pour résultat d'abolir presque toutes les différences sexuelles. Par contre, il suffit de greffer au castrat un testicule ou un ovaire pour faire réapparaître les caractères du mâle ou ceux de la femelle. On se trouve ainsi amené à conclure que les caractères secondaires sont sous la dépendance des caractères primaires, grâce aux sécrétions élaborées par les gonades.

Mais, en examinant les choses de plus près, on ne tarde pas à voir que le phénomène est réellement beaucoup plus complexe. D'abord, dans beaucoup de cas, il est aujourd'hui prouvé que ce ne sont pas les cellules germinales (véritables caractères primaires) qui sécrètent les hormones, mais des cellules conjonctives ayant souvent une origine assez différente. Parfois, un caractère sexuel peut même être conditionné par deux sortes de glandes : c'est ainsi que, d'après Bouin et Ancel, le gonflement des mamelles et la sécrétion lactée n'apparaissent que sous l'influence d'hormones venant successivement des corps jaunes et de cellules glandulaires *myométriales* situées dans la paroi de l'utérus. Mais la question des hormones appelle bien d'autres remarques ; leur spécificité ne paraît pas aussi absolue qu'on l'a cru d'abord. Chez les Batraciens, on a pu faire apparaître des caractères mâles sur des castrats non seulement au moyen d'extraits d'ovaire (Meisenheimer, 1911), mais avec de l'extrait thyroïdien (Kollmann, 1919). D'après Harms (1913), les variations saisonnières des callosités du pouce de *Rana fusca* sont en partie indépendantes des glandes génitales. L'étude des Cervidés a révélé d'autres singularités : des caractères comme la croissance des cornes, qui chez certaines espèces dépendent des hormones, paraissent, chez d'autres, totalement indépendants de celles-ci. Un traumatisme extragénital, tel qu'une blessure de l'os frontal, peut faire apparaître une corne (caractère ♂) chez une biche. La castration unilatérale amène l'atrophie du bois situé du côté opposé et, d'après Rœrig, un effet semblable serait provoqué par une fracture du membre postérieur. L'action *croisée* de la castration et de la fracture ne paraît pas compatible avec la théorie des hormones.

Cette théorie perd d'ailleurs toute valeur d'explication générale par le seul fait que les liaisons humorales ne semblent jouer aucun rôle chez beaucoup d'animaux, particulièrement chez les Arthropodes. Au surplus, elle laisse dans l'ombre le point le plus intéressant à connaître au point de vue de l'évolution, c'est-à-dire l'origine des caractères sexuels. Il est évident que ce ne sont pas les produits chimiques sécrétés par les glandes endocrines qui ont fait surgir des organes complexes comme les mamelles. Ce sont là des appareils adaptatifs formés sans doute progressivement, et dont l'anatomie comparée permet de saisir quelques stades évolutifs. Il est difficile d'admettre avec Pézard que l'évolution ait pu se faire par les hormones, lorsque l'on songe à toutes les singularités que l'étude de ces sécrétions a révélées [1].

Il paraît plus exact de considérer les liaisons hormoniques comme des processus de corrélation qui ne sont ni primitifs, ni nécessaires.

***

Les généticiens, qui ont surtout fait porter leurs recherches sur des caractères de variétés dus à des mutations, ont été frappés de voir que ceux-ci se manifestent presque toujours par groupes. Ils expliquent le fait en admettant que les « déterminants » des caractères ainsi liés sont disposés en série linéaire sur le même chromosome. De prime abord, on pourrait être tenté d'appliquer cette hypothèse aux caractères sexuels, qui se présentent précisément en deux séries nettement séparées; mais il faut bientôt reconnaître, qu'abstraction faite des réserves qu'appellent les théories chromosomiques, celles-ci n'apportent aucune solution au problème qui nous occupe. On sait, en effet, que, d'après les idées néo-mendéliennes, le sexe n'est pas déterminé par un certain chromosome, mais, dans le cas le plus général, par un nombre simple ou double de chromosomes sexuels. Ceux-ci peuvent donc passer d'un sexe à l'autre et donner ainsi au mâle ou à la femelle les caractères, dits *sex-linked* (associés au sexe), dont ils sont censés porter les déterminants. Quant aux véritables caractères sexuels (*sex-limited*), ils ne paraissent pas affectés par ce chassé-croisé de chromosomes, de sorte que leur association ne semble pas

1 N'est-il pas curieux, en particulier, que l'hormone maternelle n'ait aucune action sur le sexe de l'embryon contenu dans l'utérus, tandis que, d'après Lillie, un fœtus mâle peut, par ses sécrétions, masculiniser un fœtus jumeau du sexe femelle, à condition qu'il y ait anastomose des chorions (cas des *free-martins*). N'y aurait-il pas là une question d'adaptation, l'embyon étant immunisé vis-à-vis de l'hormone femelle maternelle, cas normal, mais non contre une hormone mâle (cas anormal) ?

recevoir d'explication de la génétique moderne.

Il faut encore parler d'une troisième hypothèse qui paraît contenter quelques biologistes. C'est celle qui lie le sexe et tous ses caractères à un métabolisme spécial : au sexe mâle correspondrait un système d'échange plus actif que celui du sexe femelle. Il est certain que cette conception renferme beaucoup de vrai, et que la différence de métabolisme doit se trouver à l'origine de tout dimorphisme sexuel. Mais, si certains caractères peuvent, comme nous l'avons vu plus haut, être considérés comme étant des conséquences directes de l'activité physiologique spéciale au mâle ou à la femelle, il n'en est pas de même de tous. En particulier, les appareils relatifs à une adaptation spéciale ne peuvent être le résultat d'une simple réaction chimique. Si le métabolisme intervient dans l'apparition de ces caractères, c'est en tant que « messager chimique », suivant l'expression de Bayliss et Starling, déclanchant, à la façon d'une hormone, l'apparition d'une des deux formes inscrites dans le patrimoine héréditaire de l'espèce [1]. Il se peut d'ailleurs qu'un déterminisme qui n'agit plus aujourd'hui qu'à titre de « signal », ait joué au cours de l'évolution un rôle plus important, un véritable rôle créateur dans la formation du caractère qu'il se borne maintenant à faire apparaître : le fait a pu se produire, notamment, pour beaucoup de caractères ornementaux.

*
* *

Ayant dû éliminer successivement les diverses explications qui s'offrent au biologiste, nous nous retrouvons toujours en face du même problème. Il serait téméraire de prétendre le résoudre complètement, mais peut-être est-il possible, en le présentant sous un jour plus exact, d'en faire entrevoir la solution.

Il convient d'abord d'écarter toute conception tendant à présenter le sexe comme une qualité surajoutée à un organisme, telle que celle de l'état neutre ou asexuel. Cette idée se fonde sur la grande ressemblance qu'ont entre eux les castrats. Cette similitude n'a rien de surprenant et résulte de l'intime liaison existant entre les parties. Puisque, chez les Vertébrés, la plupart des caractères sexuels ne peuvent se manifester sans l'intervention d'une substance issue des gonades ou d'autres glandes, il est évident que l'extirpation précoce de ces organes empêchera les caractères en question d'apparaître. Il faut se garder de voir un état neutre dans l'indétermination, plus apparente que réelle, que manifeste toujours nécessairement un embryon ou un germe jusqu'à une date plus ou moins tardive de son ontogénèse. On ne saisit pas d'ailleurs comment aurait pu se constituer un état neutre, vu que l'évolution des animaux gonochoriques n'a pu s'effectuer qu'à travers une chaîne ininterrompue d'individus sexués. Cette dualité d'individus a pour conséquence une double série de perfectionnements inscrits dans le protoplasme, mais mélangés à chaque amphimixie. La question est donc de savoir comment, de l'ensemble des caractères ainsi confondus, les deux séries peuvent se séparer à chaque génération.

L'idée que l'hérédité s'apparente aux phénomènes de mémoire n'est pas neuve et Le Dantec l'a résumée dans une formule devenue classique : « *l'hérédité est la mémoire de l'espèce* ». Or, on peut trouver dans l'étude des phénomènes mnémoniques des faits rappelant, jusqu'à un certain point, la double hérédité du protoplasme des animaux gonochoriques. Ce sont ceux que les psychologues ont étudiés sous le nom de dédoublement de la personnalité. Chez les malades atteints de cette affection, les souvenirs se sont ordonnés suivant deux catégories, et c'est l'alternance de ces deux groupes de souvenirs qui détermine la double mentalité. Sous l'influence d'une crise, la substitution se produit et tous les souvenirs correspondant à une certaine époque, ayant été associés, réapparaissent à l'exclusion des autres. La réapparition de souvenirs, d'habitudes, de réflexes, associés par séries, n'est pas particulière à l'homme et peut être décelée, à l'état rudimentaire, chez les animaux les plus inférieurs. La mémoire associative paraît être une propriété essentielle de la substance vivante.

On est ainsi conduit à penser que la cause fondamentale de l'union des caractères propres à un sexe réside précisément dans le fait qu'ils ont *évolué ensemble* sur le même type d'individu, et qu'ils ont été *associés* par cette mémoire du

1. L'étude des Crustacés est particulièrement instructive à cet égard. G. Smith a montré que les parasites qui « féminisent » les Crabes mâles produisent ce résultat en faisant évoluer, par leur présence, le métabolisme de l'hôte vers le type femelle. Guidé par ces idées, il a été amené à penser que le type du système d'échange détermine le sexe des Crustacés, et particulièrement des Cladocères. Or l'étude des Daphnies normales, parasitées ou intersexuées, m'incite à croire que la différence de métabolisme (accumulation de graisse ou de glycogène) est, au contraire, le *résultat* de l'activité des gonades. Une Daphnie, dont l'ovogénèse est arrêtée, accumule de la graisse comme un mâle, tandis qu'un intersexué de type mâle extérieurement, mais formant des œufs, emploie à cette production la graisse qu'il assimile, et n'en contient pas plus qu'une femelle. On peut ainsi penser que le métabolisme général, *résultat* du sexe, a pu, secondairement, être la *cause* de l'inversion des caractères externes (lorsque ceux-ci présentent une certaine labilité, comme chez les Crabes sacculinisés) et jouer ainsi un rôle comparable à celui des hormones.

protoplasme que constitue l'hérédité. En adoptant cette interprétation, on dira, par exemple, que c'est parce que l'organe d'accouplement s'est formé et développé progressivement dans un organisme présentant un certain métabolisme dû à son rôle sexuel, que ce même organe apparaît dans tout être offrant des conditions physicochimiques semblables. Ces conditions sont normalement produites par la présence d'une gonade d'un sexe déterminé, mais elles peuvent exceptionnellement avoir une autre cause, par exemple lorsque l'on injecte à un castrat de l'extrait testiculaire, ou lorsqu'une Sacculine change le métabolisme d'un Crabe mâle. Dans ces derniers cas, ce sont des circonstances inhabituelles qui établissent de fausses corrélations.

Chez beaucoup d'espèces le déterminisme est précoce et paraît définitif, de sorte que, l'organisme étant orienté vers la manifestation d'une catégorie de caractères, aucun changement ne peut plus se faire. Chez certaines, au contraire, la série demeurée à l'état latent réapparaît plus ou moins facilement. Dans d'autres enfin, quelques caractères paraissent fixés de bonne heure, tandis que d'autres demeurent sujets à variation. La labilité sexuelle diffère donc à la fois suivant les espèces et suivant les organes considérés.

La liaison par *association héréditaire* peut encore rendre compte des corrélations manifestées dans le temps. Certains caractères tardifs ne se montrent qu'à l'état adulte, précisément au moment où les gonades sont mûres. Là encore il faut distinguer le cas où ces caractères, demeurés labiles, suivent les variations physiologiques des glandes génitales grâce à des liaisons humorales (Vertébrés), et celui où les variations morphologiques et glandulaires sont indépendantes quoique synchrones. Ce dernier cas peut être observé chez les Daphnies : on peut voir, sur un intersexué, des organes mâles d'accouplement se développer peu à peu et ne se montrer achevés qu'à l'état adulte, bien que les testicules soient ici remplacés par des ovaires. Ce fait démontre bien que ce n'est pas par suite d'une corrélation *actuelle* que, chez le mâle normal, l'organe ne se trouve complètement formé qu'au moment où il est appelé à collaborer à l'accouplement. L'association n'existe plus ici qu'entre la formation de l'organe et l'écoulement, depuis le début de l'ontogénèse, d'un certain laps de temps, caractérisé par l'état général du développement.

Conclusions

Si les idées qui viennent d'être exposées sont exactes, elles permettent d'envisager sous un nouvel aspect la plupart des problèmes relatifs à la sexualité et indiquent peut-être la voie dans laquelle il convient de chercher leur solution.

Si l'on admet la double hérédité du protoplasme on comprend notamment que la manifestation de la série des attributs du mâle ou de la femelle n'empêche pas la réapparition éventuelle d'une partie ou de la totalité de l'autre groupe (hermaphrodisme, intersexualité, gynandromorphisme) et que les caractères propres à un sexe puissent être transmis par l'autre.

Les hormones perdent de leur caractère mystérieux : ce ne sont plus des substances miraculeusement préadaptées, spécialement élaborées dans le but de faire surgir des modifications plus ou moins utiles à la fonction sexuelle ; ce sont de simples produits d'excrétion qui doivent leur vertu déterminante au fait qu'ils ont été, au cours de l'évolution, constamment associés au développement du dispositif qu'ils font apparaître.

Le problème du déterminisme du sexe se montre également sous un jour nouveau. Il n'y a plus lieu de s'étonner de l'extraordinaire diversité des facteurs que l'on a été amené à mettre en cause, ni de s'obstiner à rechercher une relation fondamentale entre un sexe et une substance chimique déterminée ou un certain système d'échange qui serait partout du même type.

Il est vraisemblable qu'à l'origine, l'hétérogamie, première manifestation du dimorphisme sexuel, a été due effectivement à une différence de métabolisme, mais, actuellement, dans beaucoup de cas tout au moins, la nature du déterminisme sexuel semble plutôt être en rapport avec les particularités éthologiques de chaque espèce[1]. La relation entre un sexe et les circonstances qui le font apparaître ne serait pas essentielle, mais en quelque sorte contingente, fortuite ; ce serait une forme particulière d'adaptation, fixée par l'hérédité. Le sexe mâle et le sexe femelle sont les deux seuls états sous lesquels peut se montrer un individu appartenant à une espèce gonochorique, et l'on conçoit, dès lors, que des forces très faibles et d'ailleurs de natures diverses puissent suffire à faire pencher la balance d'un côté ou de l'autre[2].

1. Le cas des Bonellies, où l'embryon évolue vers un sexe différent suivant la situation qu'il occupe par rapport à la femelle (Baltzer), celui de certains Hyménoptères, chez lesquels un réflexe, en réglant la fécondation, détermine le sexe de l'œuf d'après la forme de l'alvéole dans laquelle ce dernier sera pondu, celui des Cladocères, dont les cycles reproducteurs paraissent primitivement réglés par les conditions du milieu, sont particulièrement suggestifs à cet égard.

2. Dans un précédent article (*Rev. gén. Sc.*, 30 mars 1922, p. 174), j'ai montré que le cas des intersexués ne constituait qu'une exception apparente à cette alternative stricte. Pour ce qui est des Insectes neutres, on sait que ce sont originellement des sexués, devenus secondairement stériles.

Quant à l'origine des caractères sexuels, elle peut être attribuée, pour une part, à l'activité physiologique en rapport avec le type de gamète produit par l'individu, et pour l'autre à tous les facteurs évolutifs invoqués à propos des caractères spécifiques. Considérée dans toute sa généralité, la question de la génèse des caractères qui font l'objet de cette étude ne pose pas tant un problème physiologique qu'un problème phylogénétique, compliqué du fait qu'il y a lieu d'envisager ici une double hérédité. Le dimorphisme sexuel n'est d'ailleurs qu'un cas particulier du polymorphisme (p. larvaire, p. saisonnier), en vertu duquel un organisme peut, suivant les circonstances déterminantes, manifester telle ou telle série de caractères ancestraux.

Quelle que puisse être la tentation de ne proposer que des explications simples, empruntées au domaine des sciences physiques, il ne faut jamais perdre de vue que la matière vivante sur laquelle nous expérimentons n'est pas seulement une substance chimique très complexe, mais qu'elle peut être considérée comme une somme prodigieuse d'inscriptions héréditaires. L'interaction du protoplasme avec une certaine substance inorganique, relativement simple et immuable au cours des siècles, n'a évidemment rien de comparable avec une banale réaction chimique. Le passé domine la matière vivante ; c'est lui qui règle et conditionne ses réactions, et les phénomènes biologiques deviennent incompréhensibles si l'on ne tient pas compte de ce facteur, impondérable mais toujours présent

R. de La Vaulx,
Docteur ès sciences

REVUE DE PALÉONTOLOGIE ANIMALE

PREMIÈRE PARTIE

La « Revue de Paléontologie animale » que j'ai donnée dans le numéro du 30 juillet 1920 de la *Revue générale des Sciences* avait trait aux publications éditées au cours des années 1917, 1918 et 1919 ; celle qui fait l'objet de cet article se rapporte à 1920 et à 1921.

Chaque jour s'affirme davantage la nécessité de la mise en harmonie des données fournies par les documents paléontologiques et des principes que les biologistes déduisent de leurs investigations. Aussi ne saurait-on trop recommander, aux personnes qui s'adonnent à l'étude des organismes fossiles, la lecture des ouvrages où sont groupés les résultats définitivement acquis dans le domaine de la science des êtres vivants. C'est en me plaçant à ce point de vue que je signalerai tout spécialement à l'attention des paléontologistes les deux derniers livres de M. Etienne Rabaud : *Éléments de Biologie générale*[1] ; *L'Hérédité*[2].

Dans le premier de ces ouvrages, un certain nombre de chapitres sont particulièrement dignes d'intérêt pour le paléontologiste, ceux qui ont trait à l'origine de la vie et aux influences externes envisagées suivant les données chimico-physiques, à la formation des organismes pluricellulaires que domine dès le début l'unité fonctionnelle, à l'adaptation et à la variation concomitantes, aux changements du milieu, à la répartition géographique des êtres vivants liée à leurs affinités réciproques, à leurs interactions et à l'interpénétration des peuplements, à la persistance et à la disparition des espèces, enfin à la sélection et à l'évolution.

Le livre sur « *L'Hérédité* » de M. Étienne Rabaud intéresse le paléontologiste à plusieurs titres : les développements qui traitent du rôle du milieu dans les manifestations héréditaires, où il se traduit par un polymorphisme plus ou moins accusé ; ceux qui concernent les variations héréditaires et leurs diverses modalités conduisent notamment à des conclusions qui s'accordent avec les faits révélés par l'étude des fossiles. Tout organisme est inéluctablement lié aux changements du milieu qui l'entoure : rien dans un être ne saurait s'opposer aux variations, pas plus, d'ailleurs, qu'y déterminer le sens ou la vitesse de l'évolution.

Au début de la Revue que je publiais il y a deux ans, je signalais les nouvelles éditions de deux manuels, l'un anglais de H. Woods, l'autre allemand de F. Broili et M. Schlosser, indépendamment de deux livres sur l'évolution écrits par des auteurs américains, R. S. Lull et H. F. Osborn. *Depuis, dix ouvrages classiques de Paléozoologie ont vu le jour* : ils sont dus à

1. *Bibliothèque de Philosophie contemporaine*. Paris, F. Alcan, 1920; in-8, 444 p., 51 fig.
2. *Collection Armand Colin, Section de Biologie*, n°13, Paris, A. Colin, 1921; in-16, 190 p., 34 fig.

S. A. Pelly[1], A. M. Davies[2], H. L. Hawkins[3], E. R. Lankester[4], O. Abel[5], E. Stromer von Reichenbach[6], E. Dacqué[7], F. Broili[8]. *Tous les ouvrages didactiques récents qui traitent des animaux fossiles ont donc été imprimés chez nos voisins d'outre-Manche, d'outre-Rhin ou d'outre-Atlantique.* Comme il en est également ainsi dans beaucoup d'autres branches des sciences, l'expansion au dehors de la pensée française court certainement à l'heure actuelle de graves dangers.

Il n'en est fort heureusement pas de même dans le domaine spécial de l'étude des Hommes fossiles. Un Traité de Paléontologie humaine, œuvre magistrale de Marcellin Boule[9], est sorti des presses de la maison Masson : bien peu de temps après sa publication, ce livre était déjà épuisé en librairie, tandis que s'achevait à peine la préparation d'une traduction anglaise. L'apparition de la belle œuvre de synthèse et de critique de l'éminent Professeur de notre Muséum National fera époque dans l'histoire de la science des fossiles[10].

I. — Foraminifères

Les Cyclostègues

D'Orbigny avait institué un ordre des *Cyclostègues* pour les Foraminifères présentant un développement annulaire : *Cyclolina*, *Orbitolites*, *Orbitolina*, *Orbitoides*.

H. Douvillé[11] vient de montrer que ces Protozoaires appartiennent en réalité à différents groupes : leur mode de croissance, qui dépend des particularités de leur genre de vie, aurait simplement déterminé, entre ces êtres unicellulaires, des phénomènes de convergence. La forme cyclostègue n'aurait été acquise par eux que secondairement. Il convient tout d'abord, en effet, de séparer, parmi ces organismes, les types à test compact des types à test poreux.

Les premiers ont été originellement arénacés, puis porcelainés. Le développement initial a affecté un mode spiral dans *Orbitopsella* et *Spirocyclina*.

Orbitopsella[1] du Lias du Tyrol méridional a la forme d'une lentille biconcave entourée par un bourrelet périphérique qui a tendance à s'hypertrophier et à se déverser sur les faces supérieure et inférieure; aux premiers tours nummulitiformes qui entourent des loges embryonnaires très petites, ces Foraminifères étant toujours microsphériques, succèdent les tours spiralés de la phase *Peneroplis* ou *Orbiculina*; ensuite la coquille devient cyclostègue et les loges annulaires commencent à augmenter rapidement de hauteur pour former le bourrelet. *Spirocyclina* est encore un type jurassique, mais où la phase spiralée persiste beaucoup plus longtemps et où se développe un réseau alvéolaire rappelant celui des Fusulines.

Orbitolina du Crétacé inférieur et moyen a une coquille conique, à loges complètement divisées. Puis la phase spiralée se réduit considérablement dans *Cyclolina* et *Brœckina*, où les loges sont encore entières, ainsi que dans *Præsorites*, où les cloisons demeurent incomplètes. A partir du début de l'ère tertiaire, cette série offre un embryon de Miliolidé, tantôt droit (*Orbitolites*), tantôt couché (*Archiacina*, *Sorites*, *Amphisorus*, *Marginopora*).

Les formes cyclostègues à test poreux ou Orbitoïdes dérivent de formes spiralées[2]. Elles débutent avec les premiers *Orbitella*, qui proviennent de *Sorites* et comptent parmi les grands Foraminifères utilisés pour la détermination de l'âge des terrains crétacés supérieurs et nummulitiques. De forme généralement lenticulaire, la coquille de ces Protozoaires est caractérisée par l'existence d'une assise équatoriale recouverte sur ses deux faces par des couches plus ou moins nombreuses de chambres latérales, les logettes de l'assise médiane affectant une disposition cyclostègue. Dans le genre *Orthophragmina*, qui atteint son maximum à l'Éocène, les logettes médianes sont rectangulaires, tandis

1. Glossary and Notes on Vertebrate Palæontology. London, Methuen, 1918, in-8, 119 p.
2. An Introduction to Palæontology. London, Murby, 1920, in-12, 414 p., 100 fig.
3. Invertebrate Palæontology, An Introduction to the Study of Fossils. London, Methuen, 1920, in-8, 245 p.
4. Extinct animals. New ed., London, A. Constable, 1920, in-8.
5. Die Stamme der Wirbeltiere. Berlin und Leipzig, Walter de Gruyter, 1919, in-8, 914 p., 669 fig. — Lehrbuch der Paläozoologie. Jena, Gustav Fischer, 1920, in-8, 500 p., 700 fig. — Lebensbilder aus der Tierwelt der Vorzeit. Jena, Gustav Fischer, 1921, in-8, 643 p., 507 fig., I pl.
6. Paläozoologisches Praktikum, Berlin, 1920.
7. Vergleichende biologische Formenkunde der fossilen niederen Tiere, 2 fasc. Berlin, Gebrüder Borntrager, 1921, in-8, 777 p., 345 fig.
8. Grundzüge der Paläontologie. I. Invertebrata. München und Berlin, R. Oldenburg, 1922, in-8, 710 p., 1458 fig.
9. Les Hommes fossiles. Eléments de Paléontologie humaine. Paris, Masson, 1921, in-8, 492 p., 239 fig.
10. Voy. L. Joleaud : L'état actuel de nos connaissances en Paléontologie humaine, d'après le récent livre de Marcellin Boule « Les Hommes fossiles ». *Rev. gén. Sc.*, XXXII, 1921, p. 69-74.
11. Les Cyclostègues de d'Orbigny. *Compt. rend. Acad. Sc.*, t. CLXIX, 1919, p. 1130; — Sur l'origine des Orbitoides. *Id.*, t. CLXX, 1920.

1. M. Gignoux et L. Moret : Le genre *Orbitopsella*-Mun. Chalm. et ses relations avec *Orbitolina*. *Bull. Soc. Géol. France*, [4], XX, 1921, p. 129-140, 5 fig., pl. VI.
2. H. Douvillé : Revision des Orbitoïdes *Bull. Soc. Géol. France*, [4], XX, 1921, p. 209-232, 37 fig., pl. VIII.

qu'elles sont arrondies dans *Lepidocyclina* de l'Oligocène.

Le genre le plus ancien de la famille, *Orbitella*, commence au Campanien inférieur dans l'Afrique du Nord et l'Inde, où il persiste au Maestrichtien, époque qui a vu son aire de dispersion atteindre le Midi de la France : les logettes équatoriales y constituent un réseau à mailles losangiques courtes. — *Simplorbites* du Maestrichtien de la France méridionale, de la Sicile, des Carpathes et de l'Égypte peut atteindre 50 millimètres de diamètre : à son intérieur on trouve une coque embryonnaire ovoïde et épaisse de plus de 2 millimètres de diamètre, divisée en de nombreuses logettes de disposition plus ou moins irrégulière. A l'extérieur de cette coque, l'assise équatoriale offre les mêmes caractères que dans *Orbitella*.

Lepidorbitoides du Maestrichtien de la Belgique, de la France, de l'Inde, de Madagascar et de l'Éocène inférieur du Thibet a son embryon composé d'une petite loge sphérique accolée à une loge circulaire plus grande, tandis que tout autour l'assise équatoriale se présente sous la forme d'un réseau à mailles fortement convexes en avant, rappelant celui de *Lepidocyclina*. — *Clypeorbis* du Maestrichtien des Pyrénées est remarquable par les logettes de sa couche équatoriale disposées en réseau à mailles hexagonales aplaties dans le sens du rayon. — *Omphalocyclus* du Maestrichtien du Limbourg, des Pyrénées, de l'Italie, de la Roumanie, de la Tunisie, de la Perse, du Beloutchistan, de l'Inde et du Thibet, se compose originellement d'une simple couche de loges cyclostègues subdivisées en logettes.

II. — Célentérés

Les Stromatoporoïdes des terrains secondaires

Les Stromatoporoïdes paléozoïques étaient bien connus des paléontologistes, grâce aux travaux de H. A. Nicholson (1886-1892). Considérés pendant longtemps comme propres à l'ère primaire, ces curieux Célentérés ont été reconnus dans les terrains secondaires il y a vingt ans par Munier-Chalmas. C'est à l'étude de ces derniers représentants du grand groupe disparu d'Hydrozoaires que Yvonne Dehorne[1] a consacré dix années de patientes recherches. De formation intellectuelle essentiellement biologique, notre très regrettée confrère était toute désignée pour élucider l'intéressant problème des relations taxonomiques de ces êtres fossiles avec les animaux vivants.

Les matériaux recueillis dans les terrains secondaires font voir des détails histologiques qui ne sont guère discernables sur les échantillons découverts au milieu des roches paléozoïques. Ainsi Yvonne Dehorne put-elle affirmer que les Stromatoporoïdes, envisagés généralement comme un groupe «*incertæ sedis*», constituent en réalité le trait d'union entre les Hydractiniaires (Hydractinides) et les Hydrocoralliaires (Milléporides). Remarquables surtout par la présence d'astrorhizes (canaux stellaires superficiels), les Stromatoporoïdes sont, les uns dépourvus de logettes tabulées (*Actinostromidés*), les autres caractérisés par cette disposition structurale particulière (*Burgundidés*, *Stromatoporoïdés*) ; les premiers font songer aux Hydractinoïdes, les autres aux Milléporoïdes.

D'une façon générale, les Stromatoporoïdes sont des êtres fixés, vivant en colonies constituées par une succession de lames calcaires concentriques, plus ou moins ondulées, que séparent des éléments calcaires verticaux, arrondis en forme de colonnettes ou bien aplatis. Le squelette calcaire paraît composé de granules excessivement petits.

Dans l'état actuel de nos connaissances, cet ordre d'Hydrozoaires fait défaut dans les terrains postdévoniens et antébathoniens. Cependant les Stromatoporoïdes mésozoïques ne diffèrent que bien peu de ceux de l'ère primaire, l'ensemble se présentant comme un groupe à évolution très lente : les genres *Actinostroma* et *Stromatopora* ont vécu du Silurien au Crétacé supérieur.

Répandus de l'Ordovicien au Dévonien supérieur, les Stromatoporoïdes primaires ont été indiqués de l'Europe, du Maroc, de l'Amérique du Nord, de l'Inde (Salt Range), du Tonkin et de l'Australie occidentale ; une même espèce (*Actinostroma clathratum*) se rencontre en Europe, au Maroc, au Tonkin et en Australie.

Au Mésozoïque les plus anciens représentants se trouvent dans le Bathonien de Sardaigne et les plus jeunes au sommet du Sénonien moyen de Provence ; ceux d'âge intermédiaire ont été signalés en France, Suisse, Moravie, Portugal, Italie, Roumanie, Tunisie et Japon. Si *Stromatopora milleporoides* offre encore une large répartition géographique au Jurassique supérieur (Portugal à Tunisie et Roumanie), il ne présente plus au Crétacé qu'une étroite localisation : ce semble être d'ailleurs une règle générale pour les derniers représentants de l'ordre.

Les conditions d'existence des Stromatoporoïdes ne différaient sans doute pas de celles

1. Les Stromatoporoïdés des terrains secondaires. *Mém. Carte Géol. France*, 1920, Paris, Imp. Nat., in-4, 170 p., 33 fig., 17 pl. héliogr.

des Coraux actuels ; elles étaient certainement moins favorables à ces Hydrozoaires au Mésozoïque qu'au Paléozoïque.

Les Coralliaires du Pliocène californien

T. W. Vaughan[1] vient d'étudier la riche faune du récif corallien de Carrizo Creek, dans l'Imperial county de Californie. Ces Polypiers sont remarquables par les grandes analogies qu'ils présentent avec ceux de l'Atlantique actuel : par exemple *Eusmilia carrizensis* et *Mæandra Bowersi* sont tout à fait comparables à des espèces des Bahama ; *Dichocœnia Merriami*, *Siderastrea Mendenhalli* et *Porites carrizensis* sont étroitement alliés à des Coralliaires de la Floride ; *Solenastrea Fairbanksi* a des calices identiques à ceux d'une forme des Antilles.

Les analogies de la faune de Carrizo Creek sont surtout manifestes avec celle du Pliocène de Floride ; ainsi donc le golfe de Californie et l'Atlantique auraient communiqué au Pliocène ancien par un détroit, dont j'ai déjà entretenu les lecteurs de la *Revue générale des Sciences* il y a deux ans et que j'ai appelé le détroit nord-floridien[2].

III. — Bryozoaires

Les Bryozoaires de l'Éocène nord-américain

R. Bassler et F. Canu[3] se proposent de publier à l'occasion de deux monographies des Bryozoaires éocènes et miocènes de l'Amérique du Nord, ainsi que d'un travail sur ceux de ces animaux qui vivent aujourd'hui aux Philippines, une étude d'ensemble de cet intéressant groupe zoologique.

La répartition des Bryozoaires actuels en Cheilostomes et Cyclostomes, repose essentiellement sur les caractères des formes larvaires : aussi le paléontologiste se heurte-t-il dans l'étude de ces groupes à de très grandes difficultés. Pour lui ce sera surtout la forme et la nature de l'ovicelle qui lui serviront de guide ; mais la conservation de ces organes par la fossilisation est loin d'être fréquente. Finalement les auteurs en ont été réduits à faire entrer surtout en ligne de compte la nature du squelette et les rapports de l'opercule avec l'ovicelle pour les Cheilostomes.

La classification des Cyclostomes fossiles repose plus spécialement sur la forme des tubes adventifs ou accessoires avec la calcification. Les tubes accessoires sont dits tergopores, s'ils se présentent comme des tubes ouverts dorsaux de direction différente de celle des autres tubes; firmatopores, s'ils constituent des tubes capillaires dorsaux à direction descendante ; nématopores, s'ils forment des tubes fins, linéaires, à orifice oblique; dactyléthrés, s'ils sont avortés, obliques et fermés par une membrane calcaire ; cancellés, s'ils dessinent des tubes cylindriques, à spinules internes. Les tubes adventifs sont appelés vacuoles, dans le cas de petites perforations dans un tissu pariétal épais, dont les orifices sont disposés au fond de tulcis, ou mésopores, lorsque l'on a affaire à des ramifications régulières, égales, à parois très épaisses, dont l'ensemble forme une épithèque concentrique.

IV. — Crustacés

L'anatomie de la face ventrale des Trilobites

Dans ma précédente Revue de Paléontologie animale, je signalais à l'attention des lecteurs de

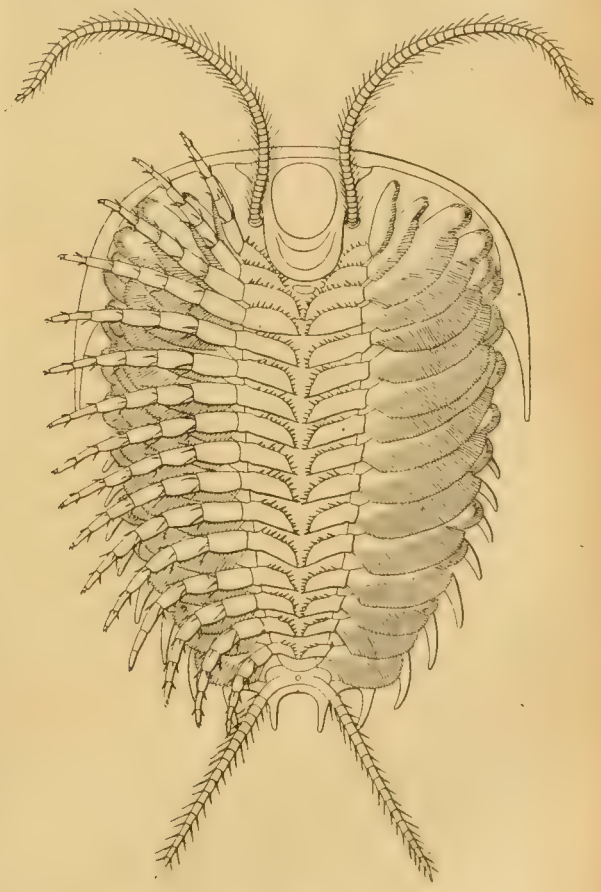


Fig. 1. — *Neolenus serratus* Rominger. — Cambrien moyen : argiles de Burgess, près Field (Colombie britannique). — Restauration de la face ventrale, × 9/8 (d'après P. E. Raymond).

1. The Reef Coral Fauna of Carrizo Creek, Imperial county, California, and its significance. *Un. Stat. Geol. Surv.*, Prof-pap., n° 98, 1920, p. 355-395.

2. L. Joleaud : Les Migrations des Mammifères américains et africains à travers les régions atlantiques pendant les temps néogènes. *Rev. gén. Sc.*, XXX, p. 706.

3. North american early tertiary Bryozoa. *Un. Stat. Nat. Mus.*, Bull. 106, 1920, p. 1-879, 276 fig., 162 pl.

la *Revue générale des Sciences*, le beau travail de C.D. Walcott sur les appendices des Trilobites. Un nouveau mémoire sur le même sujet vient encore de voir le jour aux Etats-Unis. Il est dû à P. E. Raymond[1], élève de C. E. Beecher, et s'inspire largement des directives du regretté paléontologiste. L'auteur y traite successivement de la face inférieure d'une dizaine de genres, *Neolenus*, *Isotelus*, *Triarthrus*, *Ptychoparia*, *Kootemia*, *Calymene*, *Ceraurus*, *Acidaspis* et *Cryptolithus*;

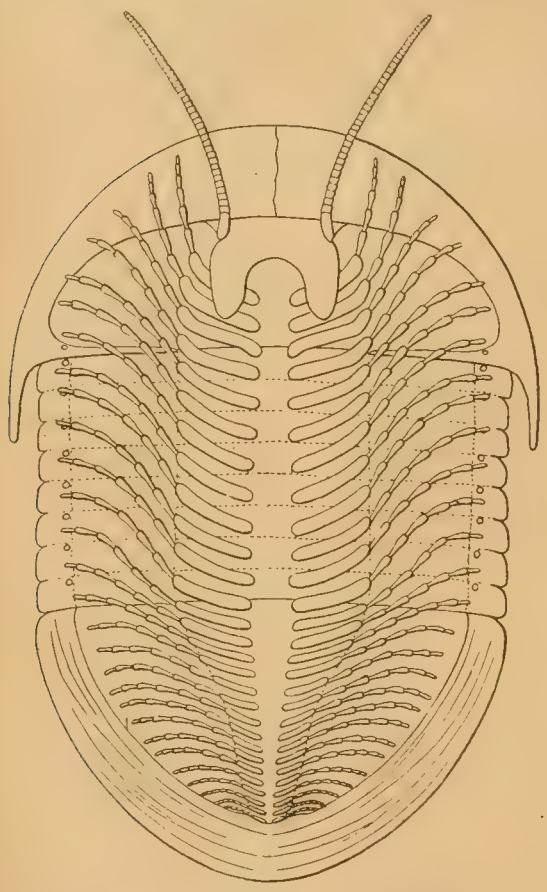


Fig. 2. — *Isotelus maximus* Locke. — Ordovicien : calcaire de Black Trenton, près d'Ottawa (Ontario). — Restauration de la face ventrale, 3/4 gr. nat. (d'après P. E. Raymond).

parmi ceux-ci, *Ptychoparia*, *Kootenia* et *Acidaspis* ne sont pas suffisamment connus pour que P. E. Raymond ait cru pouvoir les figurer vus du côté ventral.

Les appendices des Trilobites comprennent une paire d'antennules, quatre paires de membres birameux insérés sous la tête, un nombre de paires de membres birameux égal au nombre de segments du thorax et enfin une quantité variable d'appendices pour le pygidium, avec, tout au moins chez *Neolenus*, une paire d'organes tactiles à l'extrémité postérieure du corps. Chaque membre de la tête, du thorax et du pygidium, comprend un article basilaire, le *coxopodite*, qui est attaché par sa face dorsale sur le tégument ventral et qui porte comme appendices un *exopodite* et un *endopodite*. Aux exopodites, élargis en forme de palette natatoire, non segmentés et dirigés vers l'avant, sont attachés des soies et

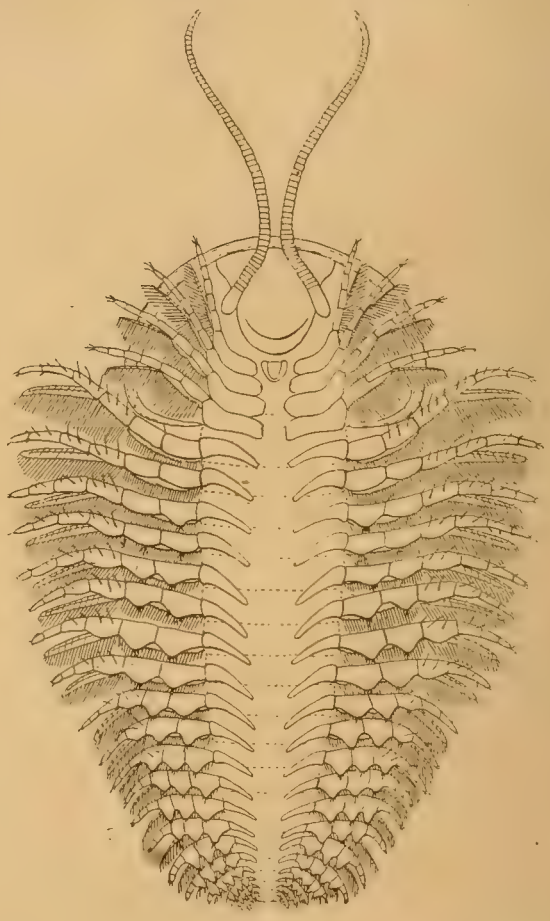


Fig. 3. — *Triarthrus Becki* Green. — Ordovicien : argiles charbonneuses noires d'Utique, près de Rome (New-York). — Restauration de la face ventrale, × 3 (d'après P. E. Raymond).

des pointes de forme variable, consistant en un, deux ou un plus grand nombre de segments. Les endopodites, robustes et à peu près identiques tout le long du corps, comprennent six segments, dont le distal est armé d'une pointe portant des épines (fig. 1).

L'ensemble de ses caractères a conduit P.E. Raymond à donner de *Neolenus serratus* une reconstitution assez différente de celle publiée en 1918 par C. D. Walcott. Pour le Professeur de Harvard, l'épipodite et l'exite distingués par le Secrétaire général de la Smithsonian Institution

1. The Appendages Anatomy and Relationships of Trilobites. *Mem. Connect. Acad. Arts Sc.*, New-Haven, vol. VII, 1920, 169 p., 46 fig., 11 pl.

seraient en réalité un exopodite et un coxopodite.

Sous le nom de *Nathorstia transitans*, Walcott aurait décrit un *Neolenus* venant de subir une mue et n'ayant pas encore sa carapace complètement reconstituée.

Isotelus est, parmi les Trilobites dont on a pu restaurer la face ventrale, celui dont on connaît le moins bien les différentes parties des appendices : les exopodites, en particulier, n'ont pas encore pu être distingués avec précision (fig. 2).

longent sur leur face interne en une endobase incurvée et subcylindrique ; les endopodites, qui ne dépassent pas ici le bord du corps, sont grêles, graduellement amincis et pourvus de petites épines à l'extrémité distale de chacun de leurs segments ; enfin les exopodites présentent un long processus non segmenté, auquel sont attachées les branchies formées non pas par deux tubes spiraux, mais par des soies longues et aplaties (fig. 4).

Cryptolithus ou *Trinucleus*, Trilobite fouis-

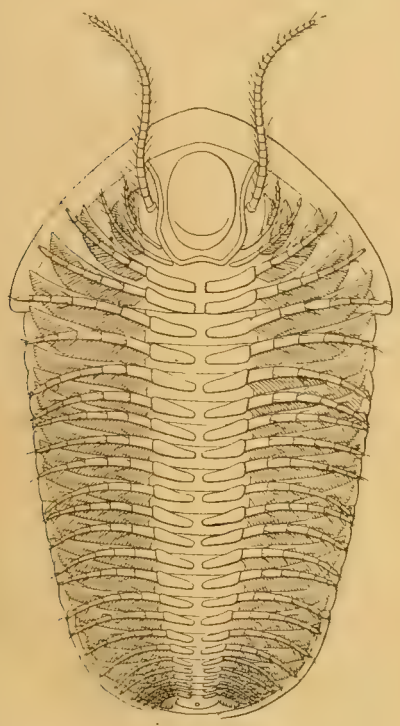


Fig. 4. — *Calymene senaria* Conrad. — Ordovicien : calcaire de la chute de Trenton (New-York). — Restauration de la face ventrale, × 7/4 (d'après P. E. Raymond).

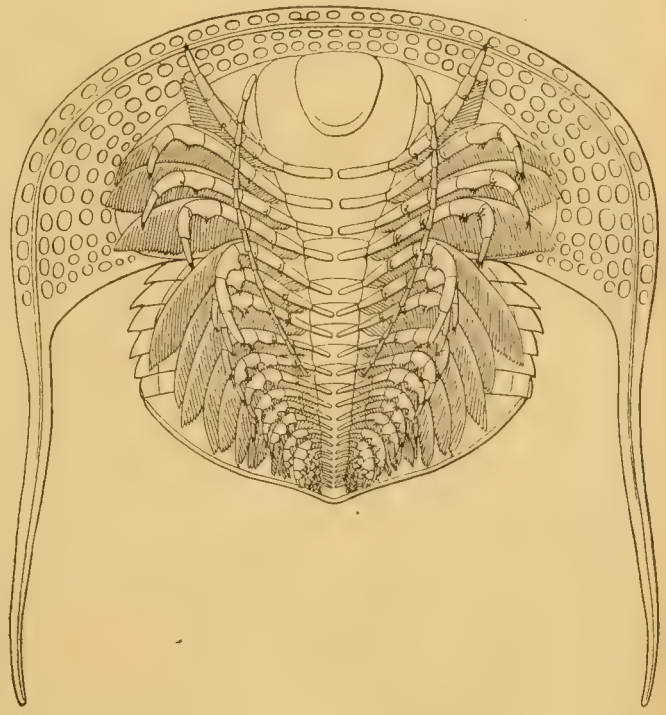


Fig. 5. — *Cryptolithus* (= *Trinucleus*) *tessellatus* Green. — Ordovicien : argile de Frankforth, au sud de Rome (New-York). — Restauration de la face ventrale, × 6 (d'après P. E. Raymond).

Dans *Triarthrus*, les articles des endopodites abdominaux portent de nombreuses épines et se différencient ainsi des autres appendices. Les antennules sont insérées sous la glabelle à la hauteur de la deuxième paire de sillons. Les autres appendices céphaliques sont disposés en dedans du sillon circumglabellaire, la première paire sous la troisième paire de sillons glabellaires et la dernière sous l'angle antérieur de l'anneau occipital (fig. 3).

Ceraurus et *Calymene* ont les deux premières paires des appendices céphaliques peu développées, les endopodites restants courts et minces, les exopodites très réduits se dirigeant parallèlement aux bords de l'hypostome. Les coxopodites des appendices abdominaux se pro-

seur, possède de longues antennules dirigées en arrière ; aucun de ses appendices ne dépasse le bord de la carapace, qu'atteignent cependant les exopodites plus longs que les endopodites ; ceux-ci ont leurs trois premiers segments dirigés en avant et en dehors et leurs quatre derniers en arrière parallèlement au rachis. Leurs appendices les plus grands correspondent à la partie antérieure de la région abdominale et leurs dactylopodites endopodiaux portent un bouquet de soies (fig. 5).

Le coxopodite des Trilobites ne correspondrait pas au protopodite des Crustacés plus évolués ; la terminaison interne de cet article basilaire est soit aplatie, soit cylindrique : dans les membres céphaliques, elle est plus ou moins modifiée en vue de servir à la mastication ; dans les membres

thoraciques ou abdominaux, elle peut présenter la même forme, mais elle est souvent quelque peu différente.

Les antennules sont, en général, longues, fines et composées de nombreux segments munis de soies. Chez *Trinucleus*, elles dépassaient très sensiblement le rebord céphalique et pouvaient se replier sous le corps ; leur point d'insertion était, semble-t-il, toujours situé à la hauteur du milieu ou de la partie antérieure de l'hypostome. C'étaient sans doute des organes tactiles très mobiles.

En dehors des antennules, tous les appendices, à l'exception de ceux du segment anal, consistent en un coxopodite avec une expansion interne, l'endobase, et une paire de branchies situées à l'extérieur ; au-dessus vient l'exopodite, et au-dessous, les six articles de l'endopodite.

Les exopodites du bouclier céphalique sont semblables à ceux du thorax. Les endobases des coxopodites des appendices céphaliques jouaient probablement le rôle de pattes-mâchoires ; elles sont situées au voisinage de l'hypostome.

Les appendices thoraciques sont au nombre d'une paire par segments ; ils varient sensiblement suivant les genres.

Les endopodites étaient sans doute des organes locomoteurs, utilisés à la fois pour se déplacer sur le fond, pour nager et pour fouir, dans le cas tout au moins de *Trinucleus* ; les nombreuses épines de leurs coxopodites en faisaient des organes de préhension recueillant les animaux dont se nourrissait le Trilobite ; ceux de la partie postérieure du thorax et ceux du pygidium semblent avoir servi plus spécialement d'organes de natation. Les exopodites avaient pour principale fonction d'assurer l'aération du sang ; leurs mouvements déterminaient une circulation d'eau sous le ventre des Trilobites assurant un renouvellement constant de l'oxygène en vue de la respiration de ces Arthropodes ; ils jouaient vraisemblablement un rôle comparable à celui reconnu chez les Cirripèdes, où ils forment de véritables râteaux faisant converger vers la bouche les particules servant à l'alimentation du Crustacé.

Les pygidiums relativement larges pouvaient servir soit d'opercule de protection lorsque l'animal s'enroulait sur lui-même, soit de palette natatoire.

Les appendices du pygidium ne présentent pas de modifications spéciales. Ils sont en général semblables à ceux de la partie postérieure du thorax. Le segment anal ou protopygidium seul aurait un appendice de forme spéciale (*cerci*), à nombreux segments constituant un tout très flexible, les pointes correspondant à des organes tactiles.

Les antennes pygidiales, si développées dans *Neolenus*, se retrouvent à l'état rudimentaire dans *Apus* et dans divers autres Phyllopodes, ainsi que dans beaucoup d'Isopodes. Elles sont bien développées dans de nombreux ordres d'Insectes archaïques.

La pustule médiane que présente la glabelle d'un certain nombre de Trilobites a été envisagée par divers naturalistes comme un œil médian et par d'autres comme un organe impair excréteur comparable à celui d'*Apus*.

Les Trilobites, tout comme leurs larves protaspis, étaient benthiques, pélagiques, planctiques ou nectiques. Les premiers protaspis de tous ces Crustacés étaient planctiques, alors que les protaspis arrivés aux derniers stades de leur développement et beaucoup de Trilobites à grand pygidium et carapace épaisse étaient nectiques ; toutefois la majorité des représentants du groupe menait une vie benthique. La plupart des formes à petits pygidiums (*Triarthus*, *Paradoxides*) étaient de mauvais nageurs, surtout adaptés à la marche ; d'autres, par contre, remarquables par leurs grands pygidiums, *Isotelus*, *Dalmanites*, étaient à la fois marcheurs et bons nageurs. Enfin *Trinucleus* et *Harpedes* étaient marcheurs et principalement fouisseurs.

Le régime des Trilobites, essentiellement carnivore, est devenu limnivore dans *Trinucleus*.

Les Trilobites étaient des Crustacés archaïques non encore nettement spécialisés. Leur ressemblance avec les Mérostomes semble due à des phénomènes de convergence. Ils étaient sans doute proches parents des Branchiopodes, notamment d'*Apus*. Mais ce serait surtout les Eucopépodes non parasites qui présenteraient des analogies avec eux, surtout en ce qui a trait aux antennules, antennes et mandibules. Dans le groupe des Malacostracés, les Phyllocarides confinent aussi aux Trilobites, qui auraient donné assez directement naissance aux Syncarides et aux Isopodes.

V. — Gastéropodes

Le genre Lychnus, curieux Gastéropode des eaux douces du Crétacé supérieur provençal

Le si curieux genre *Lychnus* est étroitement localisé dans les formations fluvio-lacustres du Crétacé supérieur de la Provence, des Baléares et de l'Espagne. Comme viennent de le montrer J. Repelin et H. Parent[1], il débute au Campanien inférieur (Valdonien), où il ne compte qu'une

1. Monographie du Genre *Lychnus*. *Mém. Soc. Géol. France, Paléont.*, t. XXIII, fasc. I, n° 53, 25 p., 6 pl.

seule espèce (*L. elongatus*), et n'est encore représenté que par un unique type (*L. Marioni*) au Campanien supérieur (Bégudien) ; il atteint finalement son polymorphisme extrême au Danien (Rognacien), en même temps qu'il apparaît en Espagne, puis s'éteint presque immédiatement. Les formes campaniennes de *Lychnus* sont carénées et ornées de stries, comme une partie des formes rognaciennes : la majorité de celles-ci sont arrondies et leur coquille porte de véritables côtes.

Ce Gastéropode est remarquable par son extraordinaire mode d'enroulement, qui au début rappelle celui de certains Bulimidés, comme *Anadromus*. Plus tard, l'ouverture se déplace et s'élève vers le sommet de la spire, comme dans *Drymæus* du Brésil. Finalement le dernier tour se rabat vers la base de la spire de telle façon que le plan de l'ouverture devient perpendiculaire à l'axe de la coquille.

Les analogies des faunes lacustres et terrestres du Crétacé supérieur méditerranéen avec les faunes actuelles d'Amérique se manifestent d'ailleurs dans des groupes variés ; elles s'observent simultanément avec des relations africaines, concernant surtout des Mollusques du lac Tanganyka.

VI. — Céphalopodes

La dissymétrie et le siphon des Ammonites

Dans leur ensemble, les lignes de suture des Ammonites dessinent une figure à peu près symétrique par rapport au plan médian de la coquille. Mais cette disposition est loin d'être toujours parfaitement réalisée, comme il est aisé de le prévoir *a priori*. C. Nicolesco [1] a récemment insisté sur la tendance plus ou moins accusée à la dissymétrie que présente, par rapport à un plan médian, le tracé d'une même ligne de suture sur les deux flancs de la coquille : les différences portent sur le dessin, les dimensions des éléments, la disposition relative et le nombre des lobes et des selles. La dissymétrie peut même se traduire par une translation de l'ensemble du tracé cloisonnaire, liée parfois à une déformation de la courbe spirale ou de la section du tour : le lobe siphonal peut ainsi se trouver transporté sur un flanc ou même alternativement sur les deux flancs du Céphalopode, son déplacement latéral accompagnant, d'ailleurs, celui du siphon.

En général, l'exagération de développement d'un flanc est en rapport avec une largeur anormale des lobes et des selles et un accroissement du nombre de leurs denticulations. Le degré d'accentuation des côtes et des tubercules influence également le tracé de la ligne suturale : les bords des cloisons contournent généralement les pointes des tubercules et entraînent ainsi une exagération de la largeur ou de la longueur des éléments de la ligne de suture.

La différenciation des deux faces dans la coquille d'une Ammonite finit par entraîner le développement de la spire en une hélice à pas plus ou moins grand. La dissymétrie de la section des tours détermine, en effet, une différence dans la largeur et la profondeur de l'ombilic : la coquille devient ainsi une spirale conique symétrique par rapport à un axe. L'enroulement peut y être dextre ou sénestre : les genres depuis longtemps connus comme affectés d'un enroulement hélicoïdal, *Cochloceras*, *Heteroceras*, *Spiroceras*, *Turrilites*, *Bostrychoceras*, *Helicoceras*, *Anisoceras*, correspondent simplement à des cas extrêmes de cette disposition commune à toutes les Ammonites.

Les études récemment entreprises par Mlle G. Cousin [1], dans le même ordre d'idées, mais sous une forme plus synthétique, ont révélé le synchronisme des variations individuelles portant sur les caractères de l'ornementation, de l'enroulement, de l'épaisseur des tours, de la ligne de suture et du déplacement du siphon. Les recherches poursuivies par cette nouvelle élève du laboratoire de Géologie de la Sorbonne ont porté sur *Psiloceras planorbis* de l'Hettangien de Nellinger Mühle (Würtemberg). Les changements extrêmement variés qui affectent la cloison ne semblent pas être en relation avec les modifications de la morphologie externe ; ils portent principalement sur le nombre et la forme des indentations secondaires. Mais l'évolution individuelle la plus remarquable est celle qui amène les déplacements du siphon : celui-ci n'est que bien rarement médian ; le plus souvent il est déjeté à droite ou à gauche du plan de symétrie ; une même coquille peut arriver à présenter des déplacements tantôt d'un côté, tantôt de l'autre. La position du lobe siphonal, qui apparaît alors comme liée à la place du siphon, entraîne une réduction de la largeur des lobes et des selles sur le flanc où se porte le siphon.

Peut-être est-ce à de tels changements successifs dans le cours du développement des Ammonites que seraient liés les curieux faits que viennent de nous révéler les dernières notes de A. E.

1. Étude sur la dissymétrie de certains Ammonitidés. *Thèse Fac. Sc. Paris*, Paris, Soc. Gén. Imp. et Edit., 1921, in-8, 97 p., 14 fig

1. Sur les variations individuelles de *Psiloceras planorbis* Sow. *Compt. rend. Acad. Sc.*, t. CLXXII, 1921, p. 1369-1371.

Truemann [1]. En examinant un grand nombre de sections de Céphalopodes, ce paléontologiste aurait constaté que le siphon n'était pas continu à travers toutes les chambres. Ainsi un exemplaire d'*Arietites* (*Asteroceras*) *obtusus* de 70 mm. ne présentait plus à partir du diamètre de 38 mm., soit dans les dix premières loges, aucune trace de siphon. On pourrait se demander si cette absence n'est pas simplement une apparence due à une déviation latérale du siphon, conséquence de l'asymétrie : il convient cependant de remarquer que celle-ci serait extrêmement rare dans les Ammonites à quille.

Dans beaucoup de cas, des Ammonites, surtout des individus lisses ou polis, présentent un tube siphonal visible sur le bord externe. Une Ammonite hildocératiforme de 175 mm. de diamètre offre ainsi un siphon discontinu; les parties qui subsistent sont tantôt situées dans le plan axial, tantôt obliques à ce plan ou même ne le recoupent pas : mais de telles anomalies ne pourraient-elles pas être liées à des conditions spéciales de la fossilisation ! Beaucoup de spécimens de *Psiloceras planorbis* du Lias de Lavernock, près de Cardiff, remarquables par la minceur de leur coquille, laissent voir extérieurement un siphon déplacé latéralement et courant comme un ruban blanc décrivant une spirale que l'on ne suit plus dans quelques-unes des dernières loges où il aurait fait défaut.

On peut donner deux explications de l'absence ou de la discontinuité de l'enveloppe siphunculaire dans quelques-unes des dernières loges. Ce peut être un caractère de sénilité ou même d'adolescence en rapport avec une faible activité du pouvoir de sécrétion de la partie du manteau qui donne naissance au phosphate de calcium du tube siphonal; ce peut être, au contraire, un indice de croissance normale, l'enveloppe formée par le siphon membraneux devant nécessairement laisser des vides dans plusieurs chambres. Cette manière de voir serait confirmée par l'étude de jeunes Ammonites appartenant à divers *Hildoceras*, *Dactyloceras*, *Amblyceras* de quelques millimètres de diamètre, où le tube siphonal fait défaut dans les deux où trois premières chambres. Avec l'âge, le nombre des loges dépourvues de tube siphonal paraît augmenter.

Ces nouvelles observations seraient favorables à l'ancienne hypothèse qui voyait dans le siphon un organe permettant au Céphalopode de flotter à la surface de la mer ou de s'immerger complètement, par l'augmentation ou la diminution de la quantité de gaz incluse dans ses loges inhabitées : cette conception est, par contre, incompatible avec la présence d'une enveloppe siphonale continue, dont semblaient témoigner presque toutes les observations antérieures.

1. The Ammonite siphuncle. *Geol. Mag.*, n° 667, LVII, janvier 1920, p. 26-31, 2 fig.

VII. — Poissons

Les Scopélidés à organes lumineux du Miocène supérieur de l'Algérie

C. Arambourg [1] procède en ce moment à une intéressante revision de la faune ichthyologique du Sahélien d'Oran, faune essentiellement méditerranéenne, dont cependant quelques rares types ne vivent plus que dans l'Atlantique, sur les bords de l'ancien géosynclinal transverse : côtes du Maroc, de Madère, des Canaries, du Cap-Vert et des Antilles.

Le plus remarquable des nouveaux Poissons du Miocène supérieur algérien est un petit Scopélidé, *Myctophum prolaternatum* Arambourg [2], dont les empreintes présentent la trace d'organes lumineux parfaitement bien conservés par la fossilisation. Ces photophores consistent en lignes de cupules dont la lentille est formée par une écaille remarquablement épaissie en son milieu. L'espèce oranaise est très voisine d'une forme actuelle des régions tropicales : littoral pacifique américain, côte nord-ouest de l'océan Indien, côte d'Afrique du Maroc à la Guinée.

Le même genre se retrouve dans les gisements synchroniques de Sicile, à Licata notamment.

VIII. — Amphibiens

Lysorophus, le plus ancien Urodèle fossile

Lysorophus est un curieux Vertébré du Carbonifère supérieur du comté de Vermillion (Illinois), décrit par E. D. Cope en 1877. Regardé par le grand paléontologiste américain comme un Reptile, il était attribué avec doute par cet auteur à la famille des Clepsydropidés, une subdivision des Théromorphes (1879). Etudié ensuite par E. C. Case (1899-1902), d'après de nouveaux matériaux recueillis au Texas, il fait plus tard l'objet d'un travail de F. Broili (1904), qui y voit le type d'un nouveau groupe, les Patérosauriens, ancêtres des autres Reptiles et alliés aux Poissons. E. C. Case (1908) le considère comme un Amphibien, tandis que F. Broili le maintient parmi les Reptiles, que S. W. Williston le rapproche des

1. Sur la faune ichthyologique du Sahélien de la région d'Oran. *Compt. rend. Acad. Sc.*, t. CLXXII, 1921, p. 1243.

2. Sur un Scopélidé fossile à organes lumineux : *Myctophum prolaternatum* n. sp. du Sahélien oranais. *Bull. Soc. Géol. France*, 4, XX, 1921, p. 233-239.

Urodèles et que R. L. Moodie (1909) y trouve un type affine des Gymnophiones : au Texas, les dépôts qui renferment ses restes datent de la fin du Pennsylvanien supérieur (Carbonifère supérieur). F. Broili en 1911 rattache les Patérosauridés aux Squamata. S. W. Williston, en 1913, place définitivement *Lysorophus* parmi les Urodèles et cette conclusion est confirmée par von Huene.

Deux exemplaires communiqués à R. Broom ont été fractionnés et c'est la série des sections ainsi obtenue qu'a étudié et figuré W. J. Sollas[1]. D'un premier examen de ces sections R. Broom a conclu que *Lysorophus* est un véritable Amphibien, plus proche des Urodèles que des Anoures ou que des Gymnophiones. Watson a attiré l'attention sur les connexions du squamosal, du quadrate et de l'articulaire qui sont comparables à celles que l'on observe chez les Amblystomes (Urodèles salamandrines).

Pour W. J. Sollas, *Lysorophus* est un Amphibien très archaïque, un véritable ancêtre des Urodèles; par beaucoup de ses caractères, il diffère des genres actuels. La présence, par exemple, de deux forts os, un basi-occipital et un supra-occipital, l'existence d'un foramen pour le 12e nerf, l'individualisation d'un pro-atlas, la nature de l'articulation condylaire du squelette, correspondent à un stade encore réalisé chez les Poissons osseux, et qui par conséquent nous reporte fort en arrière dans l'histoire des Amphibiens.

D'autres caractères apparaissent comme très particuliers : tels sont le mode d'union du maxillaire avec le palatin, l'ossification du vomer et du ptérygoïde, la nature des vertèbres et l'incurvation des côtes relativement longues. Celles-ci rapprochent *Lysorophus* des Gymnophiones et confirment les vues des naturalistes qui ont admis une parenté entre les Gymnophiones et les Urodèles : P. et F. Sarasin réunissent même les Gymnophiones et les Amphiumidés en un seul sous-ordre de l'ordre des Urodèles. Si cette parenté était admise, les Gymnophiones apparaîtraient comme dérivés de *Lysorophus* : mais d'importantes parties de leur squelette, le lacrymal ou le nasal latéral, le postfrontal ou le postorbital, le jugal, éloignent déjà ces Amphibiens de *Lysorophus*.

La séparation des Urodèles et des Anoures s'est probablement accomplie à une date fort ancienne avant le stade des Urodèles représenté par *Lysorophus* : dans le squelette de ce dernier, le parasphénoïde est large et caractéristique, les os du toit du crâne sont distincts ; il y a un large temporal, un quadrate, mais pas de jugal, ni de quadratojugal; le squamosal est dirigé en avant, comme dans *Siren*, *Proteus* et *Necturus;* enfin la présence d'un tabulaire rappelle *Proteus* et *Amblystoma*.

Peut-être les Urodèles dérivent-ils des Branchiosauriens, comme le suppose Moodie, mais cette conception ne peut s'appuyer sur *Lysorophus*. Parmi les Dipneustes, *Dipterus* rappelle par son parasphénoïde les Urodèles ; mais les particularités de la dentition excluent toute comparaison.

(*A suivre.*)

L. Joleaud,
Maître de Conférences de Paléontologie à la Sorbonne.

1. On the structure of *Lysorophus* as exposed by serial sections. *Philos. Trans. Roy. Soc. London*, sér. B, vol. CCIX, 1919, p. 481-597, 44 fig., pl. LXX.

BIBLIOGRAPHIE

ANALYSES ET INDEX

1° Sciences mathématiques

Jammy (E.), *Ingénieur aux Forges et Chantiers de la Méditerranée.* — **La construction du Vaisseau de guerre.** — 1 *vol. in*-16 *de* 200 *pages avec* 183 *figures dans le texte et* 4 *planches hors texte de la* Collection Armand Colin (*Prix : broché*, 5 *fr.*; *relié*, 6 *fr.*). *Librairie Armand Colin, Paris*, 1921.

La *Collection Armand Colin* vient de s'augmenter, dans sa section des Arts militaires, d'un nouveau livre de vulgarisation bien comprise, relatif au navire de guerre. L'auteur, M. Jammy, ingénieur des Constructions navales, s'est attaché à donner un tableau fidèle et vivant de la construction des engins si complexes que sont les grands cuirassés modernes.

Il ne pouvait mieux faire que de suivre, comme il l'a fait, dans son exposé l'ordre chronologique même des étapes successives de la construction : les études générales, les études d'installation et de détails, la construction du navire sur cale avant le lancement, le lancement, l'achèvement à flot, les essais. Dans ce livre spécialement consacré au cuirassé, bien des parties sont d'ailleurs d'un intérêt général en construction navale : tels sont les chapitres relatifs aux calculs préliminaires, au lancement, aux essais : nous signalons particulièrement l'analyse donnée de la méthode de M. La Besnerais pour l'utilisation des essais de petits modèles dans les calculs des projets. Nous souhaitons que cet ouvrage, dont la lecture est facilitée aux profanes par un glossaire des termes de métier, contribue à faire mieux connaître les questions maritimes dans notre pays.

TH. GOT,
Ingénieur de la Marine, Docteur ès sciences.

Cordier (le colonel F.). — **Turbines à vapeur.** 2e *Edition.* — 2 *vol. in*-16 *de* 335 *et* 342 *pages, avec* 58 *et* 125 *figures, de l'*Encyclopédie scientifique du Dr Toulouse (*Prix* : 22 *fr.*). *Gaston Doin, éditeur, Paris*, 1921 *et* 1922.

La première édition des « Turbines » du colonel Cordier avait été publiée en un volume, en 1911 ; la nouvelle édition en compte deux, le premier étant réservé à l'étude théorique des machines et à leurs essais, le second à la description des turbines modernes.

Le tome I est divisé en trois titres : Principes généraux de thermodynamique, Etude théorique et pratique, et Essais. Dans les principes, l'auteur traite des propriétés de la vapeur d'eau, saturée et surchauffée, et il expose les lois de son écoulement, ce qui lui permet d'étudier les distributeurs et les tuyères et de poser les équations fondamentales des turbines. Il pénètre ensuite plus avant dans la question, en considérant tour à tour le fonctionnement des diverses classes de turbines, les pertes d'énergie, les calculs d'établissement, la régulation, et les diverses applications. Les Essais passent en revue les meilleures méthodes d'observation et de mesure : des annexes sont consacrées aux génératrices électriques; ce complément, qui semble déborder du cadre, est traité du reste fort succinctement, en hors d'œuvre.

Le second volume débute par un rappel des propriétés fondamentales des divers genres de turbines, avant de passer à la description des types les plus répandus, qui fait l'objet de nombreuses monographies : les figures illustrant le texte sont généralement assez claires, pour permettre d'apprécier leurs détails, bien que le petit format du livre ne se prête pas très bien à la représentation des multiples organes dont se compose une turbine. Les condenseurs sont traités fort brièvement. Un chapitre de 56 pages est consacré aux calculs d'organes, avec quelques applications numériques, qui servent d'exemples. Une planche de diagramme entropique et un nomogramme terminent le volume.

Il fallait bien ces deux volumes pour traiter l'ample sujet des turbines, et la nouvelle édition est à cet égard en notable progrès sur la première. Tel qu'il est maintenant, l'ouvrage du colonel Cordier donnera entière satisfation aux ingénieurs désireux d'étudier et même de creuser la question, et la limpide ordonnance de ses chapitres sera grandement appréciée par eux.

AIMÉ WITZ,
Correspondant de l'Institut.

Booth (Harris), *Ingénieur.* — **Aeroplanes performance calculations.** — 1 *vol. in*-8° *de* 207 *pages avec figures de la* « D. U. Technical Series » (*Prix cart.* : 21 *sh.*). *Chapman et Hall, éditeurs, Londres*, 1921.

L'ouvrage a pour but de donner les méthodes permettant la prévision des performances d'un avion. Dans la première partie, l'auteur établit les relations qui serviront aux calculs ; dans la deuxième partie, il donne les valeurs numériques des coefficients aéro-dynamiques qui entrent dans ces équations; la troisième partie est consacrée aux applications pratiques des méthodes proposées.

Les performances étudiées comprennent le vol en palier avec moteur, le vol en montée, le vol plané, le rayon d'action, l'atterrissage et l'envol. Les méthodes analytiques employées sont assez compliquées et nécessitent de longs calculs : elles ne permettent pas de répondre immédiatement au problème qui se pose généralement et qui consiste à déterminer la vitesse à une altitude donnée d'un avion dont on connaît la polaire. L'auteur procède en sens inverse : il se donne un point de la polaire et détermine pour ce point la vitesse et l'altitude correspondantes. C'est là d'ailleurs un défaut commun à toutes les méthodes analytiques employées dans la Mécanique de l'Aviation ; seules les méthodes graphiques permettent la solution directe du problème.

L'auteur étudie le vol avec moteur, soit en négligeant le souffle de l'hélice, soit en tenant compte de celui-ci.

On sait actuellement que l'influence du souffle de l'hélice est très importante et l'auteur a été un des premiers à étudier cette question.

Mais la complication des méthodes employées ne lui a pas permis de mettre en évidence ce fait essentiel, que l'étude du *vol en palier*, en tenant compte du souffle de l'hélice, peut se faire très simplement au moyen d'une polaire *unique*, quelles que soient l'admission et l'altitude. Cette polaire se déduit directement de la polaire de l'avion obtenue, soit en vol plané, soit par l'essai en soufflerie. De même les conditions du *vol en montée* s'établissent facilement en considérant pour chaque altitude une polaire spéciale, dépendant de la polaire du vol plané et de la caractéristique du groupe motopropulseur.

Pour chiffrer l'influence du souffle de l'hélice, l'auteur a supposé que la résistance et la portance étaient proportionnelles au carré de la vitesse de l'air derrière l'hélice, cette vitesse étant calculée d'après la théorie de R. E. Froude. Or des expériences récentes de M. Bacon (*U. S. N. A. C. A.*, Report N° 122) ont montré que cette hypothèse conduisait à des valeurs de la résistance et de la portance trop élevées et que d'autre part l'augmentation de la résistance était plus importante que celle de la portance. D'après ces expériences, le coefficient b de la formule donnant le rapport (R/R_0) des résistances ou des portances: $R/R^0 = 1 + b\,(F/V^2 D^2)$, est de 6,4 pour les résistances et de 5,6 pour les portances, tandis que l'auteur a admis $b = 20,4$.

Dans la deuxième partie de l'ouvrage, M. Booth indique les valeurs numériques des coefficients de résistance des différentes parties de l'avion, ainsi que les corrections applicables aux éléments de la résultante quand on veut modifier l'allongement, le décalage ou l'entreplan d'une cellule. Ces corrections, qui ont pour base les expériences du N. P. L., gagneraient à être établies d'après la théorie générale de l'Ecole de Goettingen.

En résumé, l'ouvrage constitue un essai intéressant de réunir en un ensemble les méthodes de prévision des performances d'un avion, mais la question aurait pu être traitée plus simplement.

W. Margoulis.

2° Sciences physiques

Richardson (O. W.). — **The emission of electricity from hot bodies.** 2e *édition.* — 1 *vol. in-8° de* 320 *p. avec* 35 *fig. de la collection* « Monographs on Physics » (*Prix cart* : 16 *sh.*). *Longmans and C°, éditeurs, Londres,* 1921.

L'important ouvrage de M. Richardson a paru en 1916 et a été analysé en son temps dans la *Revue* (tome XXVIII, p. 27; 1917). C'est la seconde édition que nous présentons aujourd'hui au lecteur.

Chacun sait la part très importante que l'auteur a prise à l'étude des phénomènes thermioniques. Déjà la première édition de son livre se signalait par l'abondance et la précision de sa documentation, ainsi que par la critique serrée des résultats. M. Richardson a tenu, dans la seconde édition, à rester à l'avant-garde du progrès. Bien que le plan de l'ouvrage et la liste des chapitres aient été conservés, le texte a été remanié de fond en comble et il a été fait état de tous les travaux récents. Aussi le livre peut-il être regardé comme étant encore aujourd'hui la meilleure base de documentation sur ce sujet.

L'introduction historique est suivie d'une étude détaillée de l'émission électronique dans le vide, tant au point de vue théorique qu'au point de vue expérimental. L'effet des gaz sur l'émission électronique est étudié ensuite. Enfin l'émission d'ions positifs par les métaux dans le vide et dans les gaz conduit l'auteur à l'étude des émissions thermioniques par les sels chauffés et à l'examen des ionisations par voie chimique. Les applications des phénomènes thermioniques (redressement des courants alternatifs, etc.) sont volontairement passées sous silence, pour ne pas alourdir l'ouvrage outre mesure.

S'il était possible de faire à l'auteur un reproche, ce serait celui d'avoir péché par excès de précision : il y a des questions comme celle de l'influence de l'hydrogène sur l'émission électronique du platine, ou comme celle de la détermination en valeur absolue des constantes de la formule de Richardson, qui ont donné lieu à tant de controverses qu'il paraît un peu excessif de les reproduire dans tous leurs détails. Un certain nombre d'expériences anciennes, qui datent de l'époque où la technique du vide était encore insuffisamment connue, auraient pu sans désavantage être passées sous silence ; il en est de même de certaines vues théoriques un peu surannées. Mais ce sont là des critiques bien légères, et dont on peut même contester le bien fondé, quand il s'agit d'un ouvrage de documentation écrit, — chose bien rare, — par un physicien parfaitement compétent.

Eugène Bloch.

Baud (Paul). — **Les Industries chimiques régionales de la France.** — 1 *vol. in-8° de* 244 *pages* (*Prix* : 7 *fr.* 50). *Librairie Octave Doin, Paris,* 1921.

Le livre de M. Baud est le résumé des leçons qu'il a faites à la Sorbonne, au cours de l'hiver 1920-1921. Dans une première partie, on trouve les causes du développement de l'industrie chimique allemande, les richesses naturelles, le rôle de l'ouvrier et les méthodes employées pour conquérir les marchés du monde. Tout cela a été répété bien souvent pendant la guerre ; mais ce livre vient rassembler, d'une manière peut-être un peu trop succincte, les connaissances sur les causes qui ont permis à l'Allemagne de devenir la première puissance industrielle du monde. Un chapitre spécial est consacré aux créations chimiques allemandes nées de la guerre. Si, comme le pense M. Baud, aucune invention géniale n'est sortie de l'industrie, il n'en est pas moins vrai que les chimistes allemands ont produit un travail du plus haut intérêt. La préparation industrielle de la cellulose pure destinée à remplacer le coton nécessaire à la fabrication de la poudre sans fumée, la fabrication industrielle des hydrures de naphtaline pour obtenir des vernis ou des produits carburants, l'hydrogénation de la houille, etc., constituent des conquêtes scientifiques importantes.

La seconde partie de ce livre est une nomenclature des divers produits formant la richesse de la France. Ils sont décrits par région et l'auteur est ainsi amené à indiquer pourquoi telle fabrication existe dans une province plutôt que dans une autre.

Dans la troisième partie sont énumérés les progrès réalisés en France pendant la guerre. Un chapitre spécial fait connaître les produits que l'on peut retirer de nos colonies. Sans doute, leur exploitation peut fournir une grande partie des matières qui manquent chez nous. Mais, pour la réaliser, il faut des capitaux. Or, la tendance française a été jusqu'à présent d'exporter l'argent et l'on sait trop ce qu'il est devenu. Le jour où des industriels sérieux sauront l'utiliser au mieux des créanciers, il n'est pas douteux que l'épargne française, séduite par des bénéfices convenables, ne persiste plus dans les erreurs du passé. Tout le monde contribuera ainsi au relèvement économique de la France. En exprimant ces idées dans son livre, M. Baud a donné à son pays une preuve de confiance qui permet d'envisager le meilleur avenir.

A. Mailhe,
Professeur à l'Université de Toulouse.

3° Sciences naturelles

Petronievics (Branislav), *Dr. Ph.* — **Ueber das Becken, den Schultergürtel und einige andere Teile der Londoner Archæopteryx.** — 1 *broch. in-8° de 31 p., avec 2 pl. Georg et C°, éditeurs, Genève,* 1921.

L'étude comparative des squelettes d'Oiseaux trouvés à Solenhofen et rapportés à deux types différents, *Archæopteryx Oweni* du Muséum de Londres et *Archæornis Siemensii* du Muséum de Berlin, a conduit M. Branislav Petronievics à formuler une série d'hypothèses sur l'origine des Oiseaux.

Les Oiseaux descendraient indiscutablement des Reptiles Lacertiliens, à moins que les plus anciens des types de ces deux groupes ne dérivent d'un aïeul commun. La ressemblance entre les Oiseaux, d'une part, les Dinosauriens et les Ptérosauriens, d'autre part, tient à une convergence. *Archæopteryx*, tant par les caractères de son bassin que par ceux de sa ceinture scapulaire, est plus primitif que *Archæornis*; il représente un type d'Oiseau très généralisé et très synthétique réunissant des traits de Reptile primitif et d'Oiseau évolué. Déjà au Jurassique s'étaient séparés deux rameaux d'Oiseaux dans les deux directions des Carinates (*Archæornis*) et des Ratites (*Archæopteryx*); leur divergence est d'ailleurs aussi bien marquée au Crétacé, où *Hesperornis* représente le rameau des Ratites, et *Ichthyornis* celui des Carinates. Il faut reconnaître que ces conclusions s'écartent très sensiblement de l'interprétation donnée généralement des modalités de l'évolution des Oiseaux.

L. Joleaud.

Bordas (Dr L.), *Professeur de Zoologie à la Faculté des Sciences de Rennes.* — **Etude anatomique et histologique de l'Appareil digestif des Lépidoptères adultes.** — 1 *broch. in-8° de 76 p. avec 34 fig.* [*Ann. des Sc. Nat., Zool.*, 10e *série*, t. III]. *Paris*, 1921[1].

Il serait superflu de rappeler les nombreuses et importantes contributions du Professeur L. Bordas à la connaissance de l'anatomie et particulièrement de l'appareil digestif des Insectes. Son Mémoire sur l'*Appareil digestif des Lépidoptères adultes* est un exposé de faits établis avec le plus grand soin par l'étude minutieuse d'une cinquantaine d'espèces de Papillons.

Il est impossible de suivre l'auteur dans le détail de ses observations, exposées en des descriptions et des figures fort claires. On ne peut ici que signaler ses résultats qui paraissent les plus importants, à savoir : l'indépendance complète des glandes « salivaires » à l'égard de l'appareil digestif, — l'hypothèse que *le jabot joue un rôle plus ou moins important dans le mécanisme du vol des Papillons*, rôle de ballon ou de vésicule aérostatique, comparable à la vessie natatoire des Poissons [hypothèse qui serait à vérifier par des expériences physiologiques sans doute très délicates], — l'homologation des « glandes rectales » des Lépidoptères avec celles des Hyménoptères et des Orthoptères.

Ce Mémoire de pure anatomie paraît suggérer des sujets de recherches physiologiques pour lesquelles il constituerait une base morphologique essentielle.

D. J. D.

4° Sciences médicales

Lacapère (G.) et **Vallery-Radot** (P.). — **Traitement de la syphilis héréditaire et de la syphilis infantile acquise.** — 1 *vol. in-8° de 242 pages* (*Prix : 7 fr.*). *A. Maloine et fils, éditeurs, Paris*, 1922.

A une époque où la thérapeutique de la syphilis a fait de si grands progrès, on a le droit de s'étonner que, dans les ouvrages les plus récents, le traitement de l'hérédo-syphilis occupe à peine quelques pages.

Aussi devons-nous savoir gré à MM. les Drs Lacapère et P. Vallery-Radot d'avoir su condenser en un petit livre pratique et complet l'essentiel de ce qu'il faut savoir dans le traitement de la syphilis héréditaire : les doses à administrer, la durée du traitement, l'interprétation souvent bien délicate des réactions de laboratoire, leur valeur par rapport aux signes cliniques. Ces chapitres s'accompagnent de pages concernant les notions d'hygiène et de diététique indispensables. Les auteurs divisent le traitement en trois grandes périodes : traitement d'urgence, traitement de fond, traitement de sécurité. L'enfant est ainsi suivi pas à pas depuis le moment de sa conception jusqu'à son avenir éloigné. Un long chapitre est consacré entièrement au mariage des syphilitiques ; il trouve sa place dans cet ouvrage, car c'est par le traitement des parents malades qui s'exerce la meilleure prophylaxie de l'hérédo-syphilis. En résumé, ouvrage clair et précis, qui est assuré de trouver auprès des praticiens le succès qu'il mérite.

Dr Galliot.

1. Mémoire déposé en mars 1917.

ACADÉMIES ET SOCIÉTÉS SAVANTES
DE LA FRANCE ET DE L'ÉTRANGER

ACADÉMIE DES SCIENCES DE PARIS

Séance du 8 Mai 1922

M. le Président annonce à l'Académie le décès de **M. J. R. Benoît**, Correspondant pour la Section de Physique, et de Sir **Patrick Manson**, Correspondant pour la Section de Médecine et Chirurgie.

1° Sciences mathématiques. — M. **C. Guichard** : *Sur les lignes asymptotiques des surfaces. Etude d'un cas particulier.* — M. **P. Montel** : *Sur un nouveau théorème d'Algèbre.* — M. **J. Sudria** : *Sur une démonstration et la généralisation du théorème de Menabrea.* — M. **D. Riabouchinski** : *Sur quelques cas de mouvements plans des fluides autour de solides avec tourbillons.*

2° Sciences physiques. — M. **Th. de Donder** : *Champ électromagnétique compatible avec le champ gravifique correspondant.* L'auteur montre que dans certaines conditions on peut construire un champ électromagnétique et gravifique, sans l'intervention de forces ou de tenseurs appliqués et sans l'intervention d'un champ massique. — M. **L. Roy** : *Sur l'Electrodynamique des milieux homogènes et isotropes en repos.* L'auteur montre que la théorie de Helmholtz constitue la véritable démonstration des équations de Maxwell, dont l'établissement laissait jusqu'ici fort à désirer. — M. **A. Bigot** : *Kaolins, argiles, bauxites, etc. Perte au feu et porosité.* Les substances (argiles, bauxites, kaolins) qui renferment plus de 14 °/₀ d'eau de combinaison perdent l'excès de cette eau vers 300° et avant 600°. Ces substances, qui sont plastiques, à des degrés divers, durcissent vers 400° avant la déshydratation normale lorsqu'elles ont été agglomérées au préalable ; alors elles ne se délitent plus dans l'eau ordinaire, ni dans l'eau alcalinisée ou acidulée, à froid ou à l'ébullition. — M. **A. Haller** et Mme **Ramart-Lucas** : *Déshydratation du méthyl-2-phényl-2-propanol-1 et du diméthyl-2 : 2-phényl-3-propanol-1.* La déshydratation du premier de ces corps fournit un carbure composé presque exclusivement de $C^6H^5.CH : C(CH^3)^2$; en présence de pyridine, on obtient surtout $C^6H^5.C(CH^3) : CH.CH^3$. Avec le second propanol, on obtient respectivement $C^6H^5.CH^2.CH : C(CH^3)^2$ et $C^6H^5.CH^2.C(CH^3) : CH.CH^3$. — M. **Palfray** : *Ethers homocamphoriques neutres et leurs produits de réduction.* La réduction de l'homocamphorate diéthylique fournit un mélange de glycol homocamphorique et d'éther-alcool. — M. **J. Froidevaux** : *Sur le dosage de l'azote ammoniacal dans les matières organiques azotées, et particulièrement dans les matières protéiques et leurs produits de dédoublement.* L'auteur a étudié l'action qu'exerce la soude concentrée en contact avec une solution d'une matière protéique renfermant de l'azote ammoniacal libre ou combiné. A la température ordinaire, l'azote provenant de l'ammoniaque libre, des sels ammoniacaux ou des amines, est entièrement dégagé au bout de 8 h. L'azote protéique, au contraire, ne se libère que très lentement ; quant aux amino-acides, la soude ne possède sur eux qu'une action presque nulle. — MM. **G. Bertrand**, **Freundler** et Mlle **Ménager** : *Sur les variations de composition chimique de l'eau de mer et l'évaluation de la salinité.* La méthode actuelle d'évaluation de la salinité, établie d'après une seule composition chimique, n'est pas valable pour toutes les mers et doit être considérée, en général, comme approximative. Cette méthode peut suffire pour les besoins de la pêche et de certaines recherches biologiques ; mais, ne permettant pas de pousser avec certitude le degré d'approximation jusqu'à la limite de précision atteinte par la prise de densité ou même par le titrage des halogènes, elle doit s'effacer devant ces deux déterminations lorsqu'il s'agit d'étudier les courants marins. — M. **A. Schoep** : *Sur la becquerélite, nouveau minéral radioactif.* L'auteur a trouvé autour de morceaux de pechblende de Kasolo (Congo belge) une croûte cristalline jaune serin à orange, formée d'un nouveau minéral radioactif, appartenant au système rhombique, de formule $UO^3.2H^2O$, que l'auteur nomme becquerélite.

3° Sciences naturelles. — M. **A. Gruvel** : *De l'origine fluviale de la baie du Lévrier.* L'auteur, par l'examen de quelques échantillons subfossiles recueillis dans le fond de la baie du Lévrier, montre que celle-ci est bien, comme il l'avait supposé dès le début, l'ancien estuaire d'un grand fleuve, tout comme, certainement, la baie du Rio de Oro. — M. **P. Thiéry** : *Sur la limite du Bathonien et du Bajocien en Lorraine.* Des observations de l'auteur, il résulte qu'on doit faire seulement commencer le Bathonien avec les caillasses à *Anabacia porpites*, *Parkinsonia wurttembergica*, etc., qui constituent le Bathonien inférieur. Quant au Bathonien supérieur, il comprend des calcaires blancs oolithiques (dalle d'Etain) à *Perisphinctes subbackeriae*, etc., qui passent latéralement aux marnes et ovoïdes à *Lyonsia peregrina* de la région de Toul. — Mlle **Y. Boisse de Black** : *Le Würmien dans les hautes vallées de la Cère et du Goul (Cantal).* — M. **J. B. Charcot** : *Sur les températures à différentes profondeurs de la fosse du Cap-Breton.* D'après les observations rapportées par le *Pourquoi pas ?* en 1913 et 1914, la décroissance de la température, en allant vers le fond de la fosse, est absolument normale et régulière. — M. **J. Thoulet** : *Distribution du calcaire dans les globisédiments profonds.* La profondeur ne semble pas avoir une influence très importante sur la composition élémentaire des grands fonds, constitués essentiellement de calcaire provenant des dépouilles des Globigérines vivant dans les eaux tout à fait superficielles sus-jacentes. — M. **L. Mayet** : *La faune villafranchienne des sables de Chagny (Saône-et-Loire).* — M. **J. Stoklasa** : *Influence du sélénium sur l'évolution générale, en présence ou en l'absence de radioactivité.* L'émanation du radium exerce une action des plus avantageuses sur la synthèse végétale qui, à la lumière, se traduit notamment par la disparition à peu près com-

plète des propriétés toxiques du sélénium. — M. **L. Roule** : *Sur l'ontogenèse des Poissons Scombriformes appartenant à la famille des Luvaridés.* Les jeunes Luvaridés commencent par ressembler, non pas à leurs reproducteurs adultes, mais aux représentants d'autres familles des Scombriformes, les Coryphénidés en premier lieu, puis les Lampiridés et les Stromatéidés. Ensuite la métamorphose, qui leur donne progressivement l'aspect définitif, est de durée fort longue. — M. **F. Lecomte du Noüy** : *Sur l'équilibre superficiel du sérum et de certaines solutions colloïdales.* L'auteur a observé le rétablissement de la tension superficielle du sérum et d'autres solutions colloïdales après l'abaissement causé par l'addition d'une substance fortement surface-active. — MM. **P. Béhague** et **J. Beyne** : *Etude des temps de réactions psycho-motrices tactiles chez l'homme normal.* La mesure des réactions psycho-motrices exige un déterminisme expérimental rigoureux. Les valeurs physiologiques des temps de réaction oscillent non point de part et d'autre d'une moyenne, mais dans une zone un peu plus étendue que ne le ferait croire la notion de temps moyen. Les valeurs des temps de réactions chez un même sujet sont moins fixes que ne l'ont admis certains auteurs et présentent des évolutions légères à l'intérieur de la zone physiologique, suivant les jours et les heures. — M. **F. Ladreyt** : *Sur l'histogenèse des épithéliomas baso-cellulaires.* L'appareil pilo-glandulaire de la peau donne naissance à des formations néoplasiques dont la cytologie et l'évolution rappellent étroitement la morphologie et le développement des éléments qui constituent les épithéliomas baso-cellulaires. — M. **H. Plotz** : *Contribution à l'étude de la culture in vitro du virus de la vaccine.* L'auteur a cultivé le virus de la vaccine en prenant comme point de départ le sérum de lapin inoculé. Les cultures du 5e passage produisent des lésions comparables à celles que donne la pulpe vaccinale.

Séance du 15 *Mai* 1922

1° Sciences mathématiques. — M. **G. Guillaumin** : *Sur les équations de l'équilibre limite des corps cohérents.* — M. **J. Chazy** : *Sur le mouvement d'une planète dans un milieu résistant.*

2° Sciences physiques. — MM. **H. Abraham** et **R. Planiol** : *Sur une nouvelle méthode d'émission doublant le rendement des stations de télégraphie sans fil.* Le premier télégramme est transmis sur une longueur d'onde A, le second sur une longueur B; mais les choses sont disposées de telle sorte que, lorsque les deux clefs de manipulation se trouvent en même temps sur leur position de travail, l'émission se fait sur une troisième longueur d'onde C. Chacune des émissions est faite avec toute la puissance du poste. Le poste récepteur est disposé pour recevoir des émissions de longueur d'onde A ou C à l'exclusion de toute autre. — MM. **G. Charpy** et **L. Grenet** : *Sur l'étude de la pénétration de la trempe dans l'acier.* Le procédé employé par les auteurs consiste à chauffer à une température uniforme une barre prismatique du métal à étudier et à la refroidir en arrosant seulement une base du prisme et en évitant le refroidissement par les faces latérales. Dans ces conditions, le métal se refroidit sensiblement de la même façon que s'il faisait partie d'une plaque épaisse, refroidie seulement par une de ses faces. Quand le refroidissement est terminé, on peut, en effectuant des empreintes de bille sur les faces latérales, déterminer la variation de la dureté à partir de la surface trempée sans avoir à effectuer aucun travail d'usinage. — M. **F. Michaud** : *La rigidité des gelées.* Au moyen d'une nouvelle méthode, l'auteur a recherché comment la rigidité d'un gel varie avec sa concentration. Sous certaines différences de pression, les déformations des gels sont bien élastiques. Lorsque cette différence dépasse une certaine valeur, on observe une dislocation qui se manifeste par une hétérogénéité : certaines régions deviennent liquides et se glissent entre les morceaux restés solides. — M. **A. Grebel** : *Sur un comburimètre et un contrôleur pour le gaz, système Grebel-Velter.* Le comburimètre est formé d'une chambre de combustion, où arrivent le gaz et l'air, mesurés chacun par un compteur, et d'une chambre de contrôle, où les gaz brûlés arrivent sur un petit miroir de plomb fondu. La neutralité de la combustion correspond à la disparition complète des langues irisées et mobiles de litharge qui se forment quand il y a excès d'air. Le contrôleur est basé sur les variations de hauteur des cônes intérieurs d'un brûleur de Bunsen. — Mme **Ramart** et M. **G. Albesco** : *Etude de deux propiophénones $\alpha\alpha\beta\beta$-substituées et de leurs produits de dédoublement par l'amidure de sodium.* — M. **M. Delépine** : *Sur l'auto-oxydation des composés sulfurés organiques.* L'auteur montre que l'oxydation spontanée à l'air des composés organiques sulfurés, avec production de fumées et de lumière visible dans l'obscurité, s'arrête au bout de très peu de temps. Il attribue la cause de cet arrêt à la substance sulfurée elle-même, qui serait son propre anti-oxygène.

3° Sciences naturelles. — MM. **L. Maquenne** et **R. Cerighelli** : *Influence de la chaux sur le rendement des graines pendant la période germinative.* L'action favorisante de la chaux se fait sentir sur le poids des organes élaborés pendant la germination aussi bien que sur leurs accroissements en longueur. — M. **Alph. Labbé** : *L'activation du spermatozoïde dans les fécondations hétérogènes.* L'évolution du pronucléus mâle et la formation de l'irradiation dans les fécondations hétérogènes, même entre animaux d'espèces très éloignées, peuvent s'effectuer par un traitement en deux temps : traitement alcalin par une solution de NaOH, traitement par une solution hypertonique de NaCl, puis report dans l'eau de mer normale. — M. **A. Dehorne** : *Sur la formation de fuseaux myolytiques et sur leur phagocytose dans le cœlome de* Lipobranchus intermedius *de Saint-Joseph.* Les fibres musculaires lisses, en s'altérant, se fragmentent, et leurs fragments se présentent presque tous sous la forme de corps en fuseaux, striés dans le sens de la longueur. Les sarcolytes fuselés de *Lipobranchus* rappellent de près les corps en fuseaux rencontrés dans le cœlome des Néréides à maturité sexuelle. — M. **H. Piéron** : *Loi de la vitesse d'établissement des processus chromatiques fondamentaux en fonction de l'intensité de l'excitation*

lumineuse. La loi $V = A.I^{0,25}$ s'applique à la vitesse du processus psycho-physiologique déclenché par l'excitation lumineuse — du moins pour une catégorie d'éléments récepteurs, les cônes — aux deux versants de l'établissement et de l'évanouissement, les augmentations d'intensité accélérant dans la même proportion les phases initiale et terminale. — M. **C. Gessard** : *Variétés de bacilles pyocyanoïdes.* L'auteur a obtenu des variations du bacille pyocyanique pouvant aller jusqu'à la perte du caractère spécifique (fonction pyocyanogène) à l'égard de tous les milieux de laboratoire, même les plus propres à manifester ce caractère. — M. **Alb. Berthelot** et Mme **St. Danysz-Michel** : *Sur la présence de microbes acétonogènes dans la flore intestinale des diabétiques.* Il y a des microbes acétonogènes qui peuvent, chez le lapin, alimenté surtout d'hydrocarbonés, déterminer par ingestions répétées une glycosurie persistante accompagnée fréquemment d'un certain degré d'acidose. — MM. **M. Breton** et **V. Grysez** : *Réactions de défense et d'immunité provoquées par injection intradermique de microbes vivants ou tués par la chaleur.* Les auteurs ont constaté l'exceptionnelle propriété de défense que présente chez le lapin le derme vis-à-vis des microbes qui y sont inoculés, et ils ont pu provoquer les réations humorales qui accompagnent l'immunité, par injection unique, dans le derme, de divers microbes vivants ou tués par la chaleur.

SOCIÉTÉ FRANÇAISE DE PHYSIQUE

Séance du 5 Mai 1922

M. **A. Cotton** : *Sur les miroirs de Fresnel; conditions de netteté des franges et réglage de l'appareil.* La théorie de la netteté des franges d'interférence pour des sources d'étendue variable peut être traitée très simplement lorsqu'on peut — ce qui arrive le plus fréquemment — assimiler à des ondes planes les deux ondes qui viennent se croiser en un point du plan où on étudie les franges. M. Cotton prend comme exemple les miroirs de Fresnel, qu'il suppose éclairés par une fente lumineuse éloignée (sur laquelle l'image de la source est projetée), et calcule les angles maxima sous lesquels on doit voir la largeur de cette fente et sa longueur pour qu'une frange d'ordre donné reste nette. Le même calcul élémentaire s'applique à bien d'autres franges, telles que celles d'un seul miroir. Dans le cas des miroirs de Fresnel, la discussion des conditions de netteté permet de justifier très simplement les règles pratiques suivantes, qui permettent de disposer l'expérience très rapidement : 1° Pour chercher les franges, il faut donner à l'angle aigu des deux surfaces une valeur (1/200 par exemple) telle qu'on ait des franges serrées que l'on regardera avec une forte loupe. 2° Cette loupe sera placée aussi près que possible des miroirs. 3° Avec la loupe on aura soin d'explorer toute la partie commune aux deux faisceaux réfléchis. 4° *Il faut bien se garder d'employer une fente pour trouver et améliorer les franges.* C'est un point lumineux qu'il convient d'employer. 5° Les franges en lumière blanche ne peuvent s'observer que si les miroirs ne présentent pas l'un par rapport à l'autre, dans leur partie contiguë, une différence de niveau notable. M. Cotton montre, comme application de ce qui précède, la façon dont on peut disposer l'expérience lorsque la source est une lampe à incandescence à filament rectiligne substituée à la fente. Les modèles de miroirs de Fresnel fournis par les constructeurs prêtent à diverses critiques et il sera utile de les perfectionner. — M. **G. Reboul** : *Nouveau rayonnement de courte longueur d'onde.* Un corps médiocrement conducteur de l'électricité, parcouru par un courant dans des conditions convenables, impressionne une plaque photographique. Les particularités de cette impression amènent à supposer que le corps traversé par un courant est le siège d'émission d'un rayonnement très absorbable. Les expériences de l'auteur ont eu pour but de mettre hors de doute l'existence de ce rayonnement et de déterminer les longueurs d'onde des radiations qui le forment. Le caractère principal de ces radiations réside dans leur grande facilité d'absorption par toute matière. Ces radiations impressionnent la plaque photographique et noircissent des sels d'argent assez peu sensibles (papier au citrate d'argent). Elles provoquent dans l'air la formation d'ozone et ont une légère action sur les tissus organiques. La forme des courbes de saturation que l'on obtient en les étudiant montre que ces radiations produisent des effets analogues à l'effet photoélectrique. Enfin l'on constate que, dans des conditions convenables, elles sont susceptibles de produire des actions analogues à la cohération, quand elles tombent sur des électrodes très rapprochées. Leur longueur d'onde moyenne est voisine de 350 angströms. — MM. **H. Abraham** et **R. Planiol** présentent un ensemble d'appareils pour enregistrements chronographiques continus sur papier enfumé : 1° magnéto-oscillographe à plume; 2° chronographe à déroulement continu avec fixation instantanée des traces à sec; 3° horloge thermoionique donnant les dixièmes et vingtièmes de seconde.

SOCIÉTÉ DE BIOLOGIE

Séance du 6 Mai 1922

M. **C. Picado** : *Atrophie des fleurs consécutive à l'injection de pollen homologue.* L'auteur a injecté des tiges florifères de Lis avec une émulsion de pollen de cette espèce et a constaté l'atrophie consécutive des fleurs, laquelle ne s'est pas produite après l'injection du pollen de maïs. Il pense qu'on se trouve en présence d'une sorte de castration biologique « active ». — MM. **L. Képinow** et **A. Lanzenberg** : *Glande thyroïde et anaphylaxie.* Les animaux éthyroïdés peuvent être sensibilisés passivement : ils présentent le phénomène du choc anaphylactique quand, ayant reçu du sérum d'animaux non opérés sensibilisés, on pratique sur eux l'injection déchaînante. Les animaux éthyroïdés ne possèdent pas, dans leur sérum, après les injections préparantes, la substance qui confère l'anaphylaxie passive à des animaux soit non opérés soit thyréoprives. Il faut donc admettre que la glande thyroïde joue un rôle primordial dans le phénomène de l'anaphylaxie. — M. **A. Jancou** : *Vaccination de l'homme par la neuro-vaccine.* L'auteur, ayant vacciné avec le virus vaccinal Levaditi-

Nicolau 319 sujets (nouveau-nés et adultes), a obtenu les résultats suivants : sur 30 nouveau-nés, 70 °/o de résultats positifs ; sur 289 adultes, 37 °/o ; en moyenne 40,44 °/o de résultats positifs. Ces résultats sont au moins comparables à ceux de la vaccine habituelle. — M. et Mme **Chauchard** : *Mesure de l'excitabilité du pneumogastrique nerf d'arrêt du cœur.* Les fibres inhibitrices cardiaques du pneumogastrique du Chien sont soumises aux lois générales d'excitabilité des nerfs itératifs. Leur pouvoir de sommation n'est pas très grand (3 sec.); leur chronaxie est de 0,001 sec. — M. H. **Piéron** : *Des lois du déséquilibre chronique initial et de la prépondérance de la diffusion chromatique dans l'excitation lumineuse de la rétine.* 1° Sous l'influence d'une excitation lumineuse de la rétine par un rayonnement complexe à résultante incolore, il se produit au début un déséquilibre chromatique, avec prédominance successive de nuances allant du rouge au bleu dans l'ordre des couleurs spectrales, par suite d'une inégale vitesse d'établissement, jusqu'à atteinte du stade hyper-maximal transitoire des processus chromatiques fondamentaux déclenchés. 2° Lorsqu'une petite surface rétinienne n'est pas ou n'est que faiblement excitée au voisinage d'une région qui est le siège d'un processus lumineux et chromatique, l'excitation de cette surface par diffusion comporte une prédominance du processus chromatique qui diffuse avec une intensité plus grande que le phénomène lumineux. — MM. P. **Bailey** et **Bremer** : *Recherches expérimentales sur le diabète insipide et le syndrome adiposo-génital.* Une lésion même minuscule de la région para-infundibulaire de l'hypothalamus provoque avec certitude une polyurie qui apparaît dans les deux premiers jours. Elle est transitoire ou permanente suivant l'étendue de la lésion. La polyurie permanente a tous les caractères du diabète insipide chez l'homme. La piqûre du tuber cinereum a produit chez deux chiens le syndrome adiposogénital, avec polyurie persistante.

ACADÉMIE ROYALE DE BELGIQUE

Classe des Sciences

Séance du 7 Janvier 1922

1° Sciences physiques. — M. P. **Bruylants** : *Contribution à l'étude de la réaction des composés organo-magnésiens sur les nitriles.* Le produit principal de l'action du réactif de Grignard sur l'acéto-nitrile est le diacétonitrile, qui se condense en partie soit en diméthyloxycyanopyridine, soit en diméthylaminocyanopyridine.

2° Sciences naturelles. — M. H. **Lonay** : *Contribution à l'étude des relations entre la structure des différentes parties de l'ovule et la nutrition générale de celui-ci avant et après la fécondation.* Les recherches de l'auteur, effectuées sur le fruit et la graine du *Polygonum aviculare*, montrent que les antipodes semblent d'abord destinées à transmettre au sac embryonnaire, en leur faisant subir des transformations chimiques, les matières nutritives à l'état de solution qui leur viennent de la chalaze à travers l'hypostase. Par la suite, l'antipode géante et, après elle, la couche protéique ont pour fonction surtout de sécréter les diastases nécessaires pour digérer l'albumen sur le passage de l'embryon.

Séance du 4 Février 1922

1° Sciences mathématiques. — M. **Cl. Servais** : *Sur la géométrie du tétraèdre.* III.

2° Sciences physiques. — M. O. **Dony-Hénault** : *Sur l'emploi du nickel granulaire pour le chauffage électrique.* Les conducteurs de nickel sphéroïdal ont une vie plus longue que celle des conducteurs d'acier. Comme, au surplus, le point de fusion du nickel (1.450°-52°) est supérieur à celui de l'acier à billes (1.370°), on obtiendra, dans le four à nickel, une température au moins égale à celle des températures du four à billes d'acier, c'est-à-dire 1.200°. — M. A. de **Hemptinne** : *Sur quelques propriétés du bioxyde de manganèse.* Sous l'influence de l'effluve électrique, l'hydrogène réduit à la température ordinaire MnO^2 en un produit qui se réoxyde lentement dans l'air. Dans les mêmes conditions, MnO, en présence d'un mélange de H et H^2S, fixe rapidement ce dernier gaz. — M. **M. Philippson** : *Sur une nouvelle forme de résistance électrique des électrolytes.* Il existe dans les électrolytes une résistance spéciale, fonction en première approximation : 1° de la fréquence du courant de mesure ; 2° de l'intensité du courant de mesure ; 3° du nombre d'ions intervenant dans le transport du courant ; 4° de la vitesse propre de ces ions. Cette résistance se comporte au point de vue décalage du courant comme la réactance de self-induction électromagnétique ; l'auteur l'appelle *réactance cinétique des électrolytes.* Cette réactance n'est pas une fonction simple de la fréquence ; elle passe par un maximum pour une fréquence déterminée.

3° Sciences naturelles. — M. G. **Poma** : *L'influence de la salinité de l'eau sur la germination et la croissance des plantes halophytes.* L'auteur a constaté que beaucoup de plantes halophytes germent dans l'eau douce ; la germination se fait d'autant plus vite que la concentration en eau de mer est plus faible. La croissance dépend également de la concentration en eau de mer du milieu. Aucune des plantes étudiées n'est parvenue à germer dans l'eau de mer concentrée à la moitié de son volume. L'auteur conclut qu'il y a un rapport entre le pouvoir germinatif des graines et la pression osmotique du milieu. Pour la croissance, il y a aussi une pression osmotique optimum différant avec la plante. Le milieu le plus avantageux pour la germination n'est pas le milieu optimum pour la croissance.

Le Gérant : Gaston Doin.

Sté Gle d'Imp. et d'Ed., rue de la Bertauche, 1, Sens.

33e ANNÉE N° 12 30 JUIN 1922

Revue générale des Sciences pures et appliquées

FONDATEUR : LOUIS OLIVIER

DIRECTEUR : J.-P. LANGLOIS, Professeur au Conservatoire national des Arts-et-Metiers, Membre de l'Académie de Médecine

Adresser tout ce qui concerne la rédaction à M. J.-P. LANGLOIS, 8, place de l'Odéon, Paris. — La reproduction et la traduction des œuvres et des travaux publiés dans la *Revue* sont complètement interdites en France et en pays étrangers y compris la Suède, la Norvège et la Hollande

CHRONIQUE ET CORRESPONDANCE

§ 1. — Nécrologie

A. Laveran (1845-1922). — Le Professeur Laveran, membre de l'Institut et de l'Académie de Médecine, dont le nom est associé d'une manière impérissable à la découverte des Hématozoaires du paludisme, s'est éteint le 18 mai. Nous devons aux lecteurs de cette Revue de résumer l'œuvre accomplie par ce grand homme de science qui fut avant tout un inlassable travailleur, et dont le nom demeure, pour tous ceux qui l'ont connu, comme un symbole de dignité scientifique, et d'attachement absolu à la recherche.

A. Laveran était né à Paris le 18 juin 1845. Son père, le Dr L. Laveran, qui appartenait au Service de Santé militaire, avait terminé sa carrière comme Médecin Inspecteur des Armées et Directeur de l'Ecole d'application du Val de Grâce. A. Laveran voulut tout d'abord suivre la même voie et en 1863 il fut admis à l'Ecole du Service de Santé de Strasbourg. Médecin aide-major, il servit en 1870 à l'armée de Metz, puis en 1874 il fut nommé, après concours, professeur agrégé au Val de Grâce.

En 1878, son temps d'agrégation étant terminé, il fut envoyé en Algérie, chargé d'un Service à l'Hôpital de Bône. Cette affectation devait avoir, sur sa carrière et son orientation scientifique, une influence profonde : c'est là qu'il fut, pour la première fois, en contact avec les problèmes alors si obscurs des fièvres palustres. La plaine de Bône est une des régions les plus impaludées de l'Algérie, et les fiévreux abondaient à son hôpital. Il put étudier de près la question du *pigment noir* que l'on avait signalé dans les vaisseaux des paludéens : ce fut là le fil directeur qui, par une observation soutenue et attentive, l'amena à la découverte du parasite qui devait immortaliser son nom. Voici comment il définit lui-même en quelques phrases très simples l'histoire de cette découverte, dont on peut dire qu'elle a ouvert à la Pathologie, surtout tropicale, un champ immense, auparavant insoupçonné :

« J'eus l'occasion de faire l'autopsie de plusieurs sujets morts de fièvre pernicieuse et d'étudier la mélanémie qui déjà avait été observée, mais qui n'était pas considérée comme une altération constante du paludisme ni comme une altération spéciale à cette maladie. Je fus frappé des caractères singuliers des granulations de pigment noir, surtout dans le foie et dans les vaisseaux cérébraux, et je cherchai à poursuivre, dans le sang des malades atteints de fièvre palustre, l'étude de la formation du pigment. Je trouvai dans le sang des leucocytes chargés de pigment, déjà vus par d'autres observateurs; mais, à côté de ces leucocytes mélanifères, des corps sphériques, de volume variable, pigmentés, doués de mouvements amiboïdes, et des corps en croissant pigmentés attirèrent mon attention; je supposai dès lors qu'il s'agissait de parasites. »

Ces parasites, il les retrouve en 1880 à l'hôpital de Constantine, où il voit certains d'entre eux émettre des prolongements mobiles, des *flagelles*; il les retrouve encore en 1882 dans la Campagne romaine. S'il n'y avait plus désormais pour lui aucun doute sur la nature parasitaire de ces éléments, il n'en fut pas de même pour le public scientifique. Ces agents pathogènes que Laveran décrivait comme doués de mouvements amœboïdes, émettant des flagelles activement mobiles, étaient si différents des agents microbiens ordinaires ! Il fallut près de 10 ans pour que l'accord se fit sur la nature et le rôle

pathogène des hématozoaires du paludisme, avant que des recherches diverses aient permis de les définir comme appartenant au règne des Protozoaires, et voisins des Coccidies. En 1889 l'Académie des Sciences sanctionnait officiellement l'importance de la découverte de ces Sporozoaires, en décernant à l'auteur le prix Bréant.

Cette importance n'allait d'ailleurs pas tarder à s'affirmer. Parmi les questions relatives à l'hématozoaire du paludisme, il en est une qui avait particulièrement retenu l'attention de Laveran, celle du mode d'infection. Comment le parasite pénètre-t-il dans l'organisme humain? Où se trouve-t-il dans le monde extérieur? Après l'avoir vainement recherché dans l'air ou dans l'eau des localités palustres, A. Laveran avait été amené à la conviction que le parasite existait également à l'état parasitaire, en dehors du milieu humain, chez d'autres organismes.

A cette époque, le grand pathologiste anglais, Sir Patrick Manson — lui aussi récemment disparu — venait d'ouvrir, par ses belles recherches sur la propagation de la filariose par les Moustiques, une voie toute nouvelle à l'histoire des infections parasitaires sanguines. Laveran n'hésite pas à s'y engager et dès 1884, dans son *Traité des fièvres palustres*, il écrit: « Les Moustiques jouent-ils un rôle dans la pathogénie du paludisme comme dans celle de la filariose? La chose n'est pas impossible; il est à noter que les moustiques abondent dans toutes les localités palustres. » Il revient sur cette manière de voir à différentes reprises et notamment en 1894 au Congrès International de Buda-Pest. Il est curieux de noter que, dans le même temps, cette hypothèse était vivement combattue et déclarée sans fondement par un auteur italien, Grassi, qui devait plus tard devenir un fervent apôtre de la doctrine anophélienne.

Ayant dû quitter les régions palustres, Laveran ne put vérifier ses conceptions. Il était réservé à un élève de P. Manson, le major Ronald Ross — aujourd'hui Sir R. Ross — d'en démontrer le bien fondé. En publiant ses mémorables travaux qui établissaient d'une manière irréfutable le rôle de certains moustiques dans l'évolution et la transmission des hématozoaires du paludisme, comme dans celle des hématozoaires d'oiseaux, Ross tint justement à reconnaître qu'il avait été guidé dans ses recherches par les inductions de Laveran.

Par ces deux importantes découvertes, qui se complétaient l'une l'autre, se trouvait désormais appuyée sur des bases bien définies la prophylaxie du paludisme. La plus vaste endémie dont l'empire s'exerce sur le monde devenait justiciable de la médication quinique et de la lutte contre les moustiques. Résultat immense, œuvre capitale pour l'avenir humain! Aussi Laveran s'employa-t-il activement à faire connaître et à répandre la doctrine antipaludique en Corse, en Algérie, étudiant les moustiques des localités palustres, et montrant partout qu'il n'y a point de paludisme sans Anophèles. « A mesure que le temps s'écoule, l'importance de tous ces travaux nous apparaît plus considérable. Grâce à eux, ces contrées que la Malaria interdisait à l'Européen sont ouvertes à la civilisation; c'est ainsi que le travail d'un savant peut avoir pour l'humanité des conséquences qui dépassent celles des conceptions de nos plus grands politiques[1]. »

De 1884 à 1894, A. Laveran occupa la chaire d'Hygiène au Val de Grâce. Mais, parvenu au terme de son professorat, il ne pouvait plus trouver, dans les fonctions administratives diverses dont il fut investi, la possibilité de se livrer aux recherches de laboratoire. Aussi, en 1897, préféra-t-il prendre une retraite anticipée pour venir poursuivre ses travaux en toute liberté à l'Institut Pasteur. Son orientation était depuis longtemps bien établie: ayant ouvert à l'étude des parasites du sang un avenir magistral, il désirait surtout approfondir le sillon déjà tracé et qui déjà promettait de toutes parts une moisson merveilleuse. Un labeur persistant, ininterrompu jusqu'à la mort, lui a dès lors permis d'apporter une contribution de premier ordre à l'histoire des divers groupes d'hématozoaires.

C'est en 1900 qu'il aborda l'étude des Trypanosomes, flagellés du sang qui occupent aujourd'hui dans la pathologie, surtout tropicale, une place de haute importance. Une semaine après la présentation de l'hématozoaire de Laveran à l'Académie de Médecine (23 nov. 1880), Griffith Evans avait précisément fait connaître le premier trypanosome pathogène décelé chez les animaux, l'agent du Surra de l'Inde. Plus tard, Rouget en découvrant le trypanosome de la dourine (1894), Bruce celui du nagana (1897), affirmaient l'importance de ces flagellés en pathologie vétérinaire. Dutton, bientôt après (1901), étendait leur champ d'action à la médecine humaine en découvrant le trypanosome de la maladie du sommeil. Laveran s'attache à une étude approfondie de ces passionnants organismes, qui se prêtent beaucoup mieux que les autres hématozoaires à l'expérimentation de laboratoire. Il précise leur morphologie à l'aide de la technique de coloration qu'il avait perfectionnée, en fait connaître de nouvelles espèces, règle leur identification par la méthode de l'immunité croisée, étudie la sérothérapie, les réactions sériques des divers trypanosomes, la thérapeutique chimique, etc. Tous ces efforts aboutissent en 1904, avec la collaboration de F. Mesnil, à l'apparition d'un ouvrage fondamental, le grand Traité des *Trypanosomes et Trypanosomiases*, dont les auteurs donnèrent en 1912 une seconde édition double de la première.

Un autre groupe de Protozoaires pathogènes appelait en même temps l'attention de Laveran. La découverte en 1901, chez l'homme, d'une maladie à trypanosomes (maladie du sommeil), caractérisée par de la fièvre, de l'hypertrophie de la rate, avait amené, en 1903, celle d'un nouvel organisme pathogène, agent de l'affection à splénomégalie connue aux Indes sous le nom de Kala-Azar. Dans une étude faite en commun avec F. Mesnil, Laveran avait affirmé l'individualité de ce parasite découvert par Donovan dans la rate, et qui, bien connu aujourd'hui sous le nom de *Leishmania Donovani*, est devenu le type d'une catégorie spéciale d'hématozoaires rencontrés dans différentes affections dites leishmaniennes (*Leishmanioses*). De 1910 à 1918

1. Dr G. Roux: Discours prononcé au jubilé de M. Laveran le 20 juin 1915.

Laveran a beaucoup contribué à l'étude expérimentale de ces hématozoaires sur les animaux de laboratoire, et, en 1917, il faisait paraître un Traité complet des *Leishmanioses*, ouvrage de plus de 500 pages dont la guerre a quelque peu différé l'avènement.

Trypanosomes et parasites leishmaniformes sont des hématozoaires flagellés étroitement apparentés les uns aux autres. Bien des faits plaident en faveur de leurs relations intimes avec certains Flagellés que l'on rencontre très fréquemment dans le tube intestinal des Insectes. Dans les toutes dernières années de sa vie, Laveran s'était attaché à préciser ces rapports en montrant, expérimentalement, comment nombre de Flagellés d'insectes peuvent être, par voie d'inoculations, l'origine d'infections de mammifères. En collaboration avec le Dr Franchini, il a réuni sur ce sujet, avant tout d'un grand intérêt biologique, nombre d'observations très suggestives.

La production scientifique de Laveran s'est poursuivie sans relâche pendant plus d'un demi-siècle. Il serait vain, dans un aperçu aussi succinct, de prétendre en fournir un exposé suffisant. Je ne puis guère qu'en accuser l'unité, la filiation, et la haute portée que les honneurs sont venus progressivement consacrer. Laveran avait été élu en 1893 à l'Académie de Médecine, dont il devint plus tard président; en 1901 à l'Académie des Sciences, dont il était correspondant depuis 1895. En 1907 le prix Nobel de Médecine, qu'il consacra généreusement à l'installation d'un laboratoire de Protozoologie, à l'Institut Pasteur, lui était décerné. Il était Commandeur de la Légion d'honneur... Mais ni les distinctions honorifiques, ni les années n'ont pu le distraire de l'idéal scientifique auquel il avait voué sa vie, et il le rappelait lui-même dans cette formule de Bacon : *Bene est scire, per causas scire.*

E. Roubaud,
de l'Institut Pasteur de Paris.

§ 2. — Physique

La luminescence des solides incandescents. — MM. E. L. Nichols et H. L. Howes [1] ont constaté que certains oxydes, chauffés à une température située dans un intervalle déterminé et parfois très étroit, émettent, dans une région limitée du spectre, une radiation bien supérieure à celle que dégage le corps noir dans cette région à la même température ; l'excès de radiation est attribué à la luminescence. C'est ainsi que la radiation bleue de l'oxyde de niobium à 560° est environ 85.000 fois la radiation correspondante du corps noir, ce rapport allant en décroissant à mesure que la température s'élève jusqu'à tomber à 1,37 à 1037°C., peu avant le point de fusion de cet oxyde.

De même, les oxydes de Be, Mg, Ca, Al, Si et Zr présentent une lueur bleue, relativement la plus forte au commencement de l'incandescence, diminuant ensuite jusqu'à un minimum, pour se relever jusqu'à un ou deux sommets correspondant à des explosions de luminescence bleue entre 1.100° et 1.500° C.

Les courbes d'intensité en fonction de la température pour les radiations rouge, verte et bleue des oxydes de Sa, Gd, Ga, Nb, Er, Ce, Pd et Nd, de 700° à 1.550°, montrent que tous ces corps, sauf Ce, émettent une lueur bleue ou vert bleu, et que tous, sauf Nb et Nd, possèdent une ou deux explosions rouge, verte ou bleue au-dessus de 1.000°.

Cette luminescence diffère de la radiation due à l'échauffement non seulement par sa variation avec la température et par sa distribution dans le spectre, mais encore parce qu'elle présente des effets de fatigue marqués et varie avec le traitement calorifique antérieur et avec le mode de chauffage de la substance. La présence de traces d'impuretés exerce aussi sur le phénomène un effet très sensible.

Pour les auteurs, la luminescence est probablement un phénomène d'instabilité, associé à une modification chimique telle que l'oxydation ou à des perturbations physiques que subissent les oxydes chauffés et qui se manifestent par des changements de conductibilité électrique, de structure cristalline ou d'autres propriétés.

1. *The Phys. Rev.*, 2, t. XIX, n° 4, pp. 300-318; avril 1922.

§ 3. — Chimie

Une nouvelle synthèse de l'indigo. — MM. Bailey et Potter [1] viennent de décrire une nouvelle méthode de synthèse de l'indigo à partir de l'acide fumarique. Ce dernier est d'abord converti en acide dibromosuccinique symétrique par traitement avec le brome et l'acide acétique glacial sous pression à une température de 100° pendant 7 heures. L'acide dibromosuccinique est transformé en acide dianilidosuccinique symétrique par traitement à l'aniline.

Puis on déshydrate 300 gr. d'un mélange équimoléculaire de NaOH et de KOH par chauffage à 450° C. pendant 2 h. 1/2 dans une cornue en fonte fermée et agitée. On y ajoute 30 gr. de sodamide, et on fait passer un courant d'ammoniac sec dans la cornue. A la masse fondue, on ajoute 25 gr. de dianilidosuccinate de soude et l'on maintient une température de 230°-240° C. pendant 1 1/2 heure. La masse résultante est dissoute dans l'eau, puis on fait passer de l'air à travers la solution. Il se précipite de l'indigo, qu'on recueille sur un filtre.

Cet indigo titre 96,5 % de produit pur, et possède des propriétés tinctoriales satisfaisantes. Le rendement est de 60,4 % à partir de l'acide dianilidosuccinique, et de 25 % du rendement théorique à partir de l'acide fumarique.

§ 4. — Chimie industrielle

Nouveau procédé et nouvel alliage antirouille. — Il est connu depuis longtemps que l'aluminium — semblable en cela au zinc — se recouvre rapidement, lorsqu'il est exposé à l'air, d'une pellicule transparente et imperméable d'oxyde qui met le métal sous-jacent à l'abri des agents atmosphériques et empêche ainsi toute corrosion ultérieure ; comparativement à celle qui se forme sur le zinc, cette couche protectrice a l'avantage d'une durabilité beaucoup plus grande en présence de la chaleur.

Partant de là, un technicien américain, M. van Tat-

1. *Journ. of the Am. chem. Soc.*, t. XLIV, p. 215-16 ; 1922.

ter, a imaginé d'employer l'aluminium pour former sur les métaux oxydables, tels que le fer et l'acier, une couche protectrice, jouant le même rôle que le zinc dans la galvanisation ou la sherardisation, mais spécialement destinée à assurer la protection des objets exposés à des températures plus ou moins élevées.

Ce procédé, que son inventeur a appelé *calorisation*, a été étudié par le Laboratoire de recherches de Shenectady; on peut aujourd'hui le considérer comme commercial; il est applicable de deux façons : par la méthode dite « de la poudre » et par la méthode « à immersion ».

Dans la calorisation à la poudre, les objets à traiter sont introduits dans un réservoir étanche à l'air et rempli d'un mélange de calorisation, consistant en une poudre très fine d'aluminium métallique en suspension dans de l'oxyde d'aluminium; le récipient étant hermétiquement clos vis-à-vis de l'atmosphère extérieure, on y fait arriver de l'hydrogène, de façon à expulser l'air et à constituer dans l'appareil une atmosphère réductrice.

On soumet ensuite le système à une température élevée; dans ces conditions, les particules d'aluminium, que l'alumine tient séparées les unes des autres, prennent contact avec les objets plongés dans le mélange et se fondent dans la surface de ces objets, pénétrant plus ou moins profondément selon la durée du traitement et la composition du mélange.

Chauffées, dans la suite, au contact de l'air, les pièces ainsi traitées se recouvrent, comme l'aluminium pur, d'une mince pellicule d'oxyde protecteur et elles peuvent dès lors supporter les températures élevées sans s'altérer et sans que leur surface s'écaille, ainsi que cela a lieu, à défaut de la couche protectrice d'aluminium, pour les objets ordinaires.

Dans le procédé à l'immersion, dû à l'ingénieur C. Dantzizen, du Laboratoire de recherches, la métallisation à l'aluminium est obtenue en plongeant les objets à traiter dans un bain d'aluminium fondu, après les avoir frottés d'un fondant convenable, d'une façon identique, par conséquent, à celle que l'on applique dans le nickelage.

La calorisation par immersion est plus rapide que la calorisation à la poudre, mais elle ne donne qu'une métallisation moins épaisse; de ce fait, elle convient moins que l'autre pour la protection d'objets soumis à une usure sévère; lorsque les conditions d'usage à prévoir ne sont pas trop rigoureuses, elle suffit largement, particulièrement pour les pièces de petites dimensions.

Tant pour la calorisation par immersion que pour la calorisation à la poudre, on emploie de préférence un four électrique; par l'une et l'autre méthode, la calorisation peut être appliquée au traitement de différents métaux et pour la métallisation d'objets de tout genre; on l'a particulièrement expérimentée pour la protection du fil de fer, d'éléments de chauffage, de grilles, de brûleurs, de pièces de fours à tremper et autres, de caisses de cémentation, de tubes de chaudière, de pièces de lustrerie, de pièces de moteurs à gaz, de pièces d'automobiles à vapeur (vaporisateurs), etc., bref, de toutes pièces métalliques ayant à travailler à des températures élevées.

Elle peut être employée pour les températures ordinaires, en remplacement de la galvanisation et de la shérardisation, mais alors sa supériorité ne se manifeste pas aussi nettement; néanmoins, la calorisation se distingue de la galvanisation par une plus grande résistance de la couche protectrice, plus intimement fusionnée avec le métal porteur.

On observe d'ailleurs que la pénétration du métal protecteur dans le métal protégé s'accentue à des températures suffisantes; la couche protectrice, au début, est formée d'aluminium pur; elle s'allie petit à petit au métal, pour donner une couche d'alliage qui a, au surplus, la même efficacité protectrice contre l'oxydation.

L'efficacité de la couche protectrice réside dans la pellicule d'oxyde qui se forme sur l'objet, sous l'action de l'air et de la chaleur; cette pellicule est très résistante aux abrasifs; en outre, elle se reconstitue pour ainsi dire instantanément lorsqu'elle vient à être détériorée ou enlevée à certains endroits.

Les objets calorisés peuvent généralement être soumis sans destruction de la couche protectrice à des températures de 900 à 1.000° C. Il n'est pas à recommander de dépasser ces températures, surtout d'une façon prolongée et pour les objets de grande section, parce qu'à partir de 900° C., la diffusion de l'aluminium dans la masse devient rapide et peut amener un appauvrissement des couches superficielles tel que la pellicule d'oxyde ne se reconstitue plus si elle est détériorée.

La calorisation n'affecte pas appréciablement les propriétés chimiques du métal traité; on constate cependant une légère diminution de la conductibilité calorifique et de la conductibilité électrique; on calorise non seulement les métaux ferreux, mais aussi le cuivre, le laiton, le nickel, etc.; la calorisation met ces métaux à l'abri de l'attaque de l'air et des liquides acides; pour les métaux ferreux, la calorisation est efficace contre l'acide carbolique, le goudron chaud, la poix, l'anhydride sulfureux, l'oxyde de carbone, etc.

Pour les objets de très grandes dimensions, pour les pièces en fonte, particulièrement si elles ne sont pas de qualité satisfaisante, la calorisation peut n'être pas d'une efficacité décisive; pour les cas où la calorisation est insuffisante, il a été créé un alliage anti-rouille de fer, d'aluminium et de nickel, dénommé « *calite* ».

Le calite est absolument inoxydable, déclarent les créateurs, jusqu'à 1.200 et même 1.300° C.; des pièces de calite polies placées dans un jet d'eau de mer pendant 200 heures, à 40° C. environ, n'ont montré aucune atteinte d'oxydation; il est inattaquable par l'acide acétique, les chlorures, cyanures, et sulfures en fusion, les vapeurs de soufre; l'acide nitrique l'attaque faiblement; l'acide chlorhydrique le dissout lentement; l'acide sulfurique, rapidement.

Henri Marchand.

§ 5. — Botanique

L'action toxique du gaz d'éclairage sur les plantes. — On sait depuis longtemps que les plantes en état de croissance, en particulier les pousses étiolées de pois ou de pomme de terre, sont très sensibles à la

présence de faibles traces de gaz d'éclairage dans l'atmosphère, et cette action nocive a été attribuée aux hydrocarbures non saturés, tels que l'éthylène, toujours présents dans le gaz.

M. J. H. Priesley[1], ayant placé des racines ou des pousses étiolées dans une atmosphère renfermant du gaz d'éclairage ou de l'éthylène pur, a constaté qu'elles cessent de croître en longueur tout en se développant en épaisseur; en outre, l'endoderme fonctionnel primaire disparaît, ce qu'on peut attribuer au déplacement par les gaz toxiques des acides gras non saturés qui s'accumulent normalement sur les parois de l'endoderme au cours du développement. La tige normale, croissant à la lumière, ne forme pas d'endoderme de ce genre, ce qui concorde avec le fait qu'elle est à peu près insensible à la présence des hydrocarbures gazeux non saturés dans l'atmosphère.

L'effet décrit ci-dessus est produit par des concentrations d'éthylène de l'ordre de 1 millionième; la croissance des tiges étiolées constitue donc une réaction excessivement délicate de ce gaz.

§ 6. — Géographie et Colonisation

Les influences maritimes dans la vie des indigènes marocains. — Malgré la résistance que l'Islam oppose aux transformations des peuples qui le professent, le contact de notre civilisation arrive quand même à modifier leurs coutumes et leur genre de vie. Il semble qu'au Maroc ces modifications soient plus rapides qu'ailleurs. Les causes en sont diverses, les unes venant des indigènes, les autres, plus puissantes, croyons-nous, dues à nos méthodes de pénétration. Il est donc du plus grand intérêt sociologique d'observer et de noter ces formes de civilisation avant qu'elles aient disparu. M. L. Brunot, professeur à l'Institut des Hautes Etudes marocaines, a consacré une thèse récente à rechercher le rôle de la mer dans les traditions et les industries indigènes à Rabat et à Salé[2]. Sujet inexploré qui a nécessité de la part de l'auteur une longue et minutieuse enquête auprès des derniers représentants d'une civilisation maritime mourante, mais qui a joué un rôle important dans l'histoire du Maroc.

La conclusion historique de M. L. Brunot est que les ports du Bou Regreg n'ont eu d'activité que du fait des étrangers : Phéniciens, Romains, Méditerranéens, Maures andalous, renégats. Ce sont ces derniers qui ont pratiqué la piraterie et organisé la traite. Les indigènes marocains, au contraire, ont toujours eu la terreur de la mer; ce n'est pas sans hésitation et sans crainte que les Arabes se sont décidés à franchir le détroit de Gibraltar pour se répandre en Europe. Le vocabulaire maritime montre que l'industrie nautique indigène a été importée d'Espagne; l'arabe classique ne fournit que des termes à signification générale, ce qui montre bien l'inaptitude atavique des indigènes aux arts de la mer, et, d'autre part, de Mazagan à Tanger, le vocabulaire maritime est le même dans tous les ports marocains.

La pêche à Rabat et à Salé se fait dans l'oued et sur les rochers qui bordent la côte; jamais les indigènes ne se sont aventurés à la recherche des hauts fonds poissonneux, et jamais ils n'ont suivi vers le large les pêcheurs italiens et espagnols. Les procédés et les engins de pêche n'ont rien d'original, ils sont copiés plus ou moins sur ceux d'Europe.

Depuis que la course a cessé, au début du siècle dernier, en même temps que l'intervention des Andalous non indigènes et des renégats, la batellerie indigène est arrivée au dernier degré de la décadence, tout près de disparaître entièrement. De navires, il n'est plus question; comme dans les autres ports marocains, il n'y a plus que des barcasses, conduites à la rame ou à la traîne des remorqueurs. L'art des constructions navales avait été importé d'Espagne et les indigènes n'ont jamais été que des imitateurs maladroits et imparfaits; les bateaux des corsaires étaient construits à Salé et à Tétouan par des renégats ou des Algériens. Quand les ports marocains seront aménagés et que les vapeurs ou les voiliers pourront entrer en rivière ou s'amarrer à quai, la marine et les marins indigènes auront cessé d'exister; il n'y aura plus, comme en Algérie ou en Tunisie, que des arrimeurs et des débardeurs.

M. L. Brunot examine les raisons de cet état de choses. Les difficultés de la mer et de la barre ne sont pas une explication, car les côtes inhospitalières ont formé les meilleurs marins, et les indigènes n'ont jamais voulu suivre l'exemple des Européens. Il semblerait alors que c'est dans la mentalité des indigènes, dans leur peur instinctive de la mer qu'il faille chercher la cause qui les a éloignés de la navigation. Pourtant, il faut se rappeler que leurs ancêtres d'Arabie furent de hardis marins, qui ont servi, dans l'antiquité et au moyen âge, d'intermédiaires au commerce maritime entre l'Asie et l'Europe, et dont les descendants sont encore nombreux dans les Indes néerlandaises. M. L. Brunot note, par ailleurs, que les mariniers de Rabat ne manquent pas d'aptitudes nautiques, qu'ils exercent habilement leur métier, que plus d'un s'est enrôlé dans des équipages européens. La mentalité ethnique est donc hors de cause, il faut chercher ailleurs. Grecs anciens et modernes, Scandinaves, Hollandais et Anglais se sont faits marins pour aller chercher les aliments que refusait de produire le sol de leur pays, tandis que, comme le remarque avec raison M. Brunot, les populations du Maghreb vivaient dans de riches plaines qui suffisaient amplement à leurs besoins. Les Marocains, comme les Barbaresques, n'ont pas navigué parce qu'ils n'en ont éprouvé ni le besoin ni la nécessité.

Pierre Clerget.

1. Association of Economie Biologists, séance du 19 mai 1922.

2. Louis Brunot : *La mer dans les traditions et les industries indigènes à Rabat et à Salé*. 1 vol. in-8° illustré, avec cartes hors texte. E. Leroux, éditeur. Paris, 1921.

LES COLLOÏDES ET LA VIE

Il suffit d'ouvrir n'importe quel périodique scientifique ou médical, n'importe quelle revue consacrée à l'industrie, pour retrouver le mot de « *colloïde* ». Dans toutes les conversations, ce mot cabalistique se fait entendre et dans la vie journalière, quoi qu'il n'apparaisse pas souvent, l'état colloïdal de la matière joue un rôle des plus importants.

En effet, nos vêtements, nos chaussures, nos gants, — en soie, en laine, en coton ou en peau, — et leurs couleurs sont des substances colloïdales. Notre nourriture (pain, lait, fromages, amidon, viande, etc.) est composée de colloïdes, et la cuisinière accomplit toute une foule de réactions colloïdales sans le savoir : mayonnaise, blancs en neige, crèmes, etc.

La fabrication d'un grand nombre d'autres objets qui nous entourent, soit pour faire notre correspondance (papier, encre), soit pour nous éclairer (pétrole, lampe à incandescence à filament métallique de tungstène ou de tantale), soit pour égayer notre vue (bibelots en faïence, porcelaine, etc...), soit pour nous embellir (pierres précieuses, poudres, crèmes), soit pour nous distraire (photographies, reproductions artistiques), soit enfin pour diffuser nos pensées (imprimerie), est également basée sur nos connaissances colloïdales.

Ajoutons à toutes ces industries celle de la métallurgie, où les progrès récents ont été marqués par l'intervention de l'état colloïdal ; celle des masses plastiques (viscose, galalithe, bakélite, celluloïd), celle du caoutchouc synthétique ou naturel, et de la soie artificielle ; et je crois qu'il ne paraîtra plus exagéré de dire qu'aucune des branches de l'industrie ne peut se passer de la connaissance des colloïdes. Même des industries comme celle de l'or se rénovent aujourd'hui par les applications des réactions colloïdales (flotation).

Il en est de même en ce qui concerne les sciences exactes. Certains chapitres de la Physique se confondent avec l'étude de l'état colloïdal (osmose, charge électrique, radioactivité, viscosité, plasticité, etc.). En Chimie, la science colloïdale a permis l'analyse quantitative véritablement infinitésimale, de beaucoup plus sensible que l'analyse spectrale ; en effet, grâce à la coloration intense des colloïdes, on peut retrouver des quantités difficilement imaginables d'or et d'argent (0,000.002 de mgr.). Des procédés simples ont pu être imaginés pour la séparation des substances difficilement purifiables ou infiltrables qui désespéraient les chimistes. Des réactions peuvent être accomplies grâce à la présence de métaux en poudre (procédé catalytique, si bien étudié par Sabatier) ; l'action des ferments nous apparaît comme un reflet des réactions colloïdales.

En Minéralogie, les recherches de Leduc, de Liesegang et de bien d'autres, ont permis d'élucider la structure de certains minéraux tels que l'agathe, le jaspe, etc., en reproduisant artificiellement ces structures en anneaux ; par des différences de degré de dispersion, on a expliqué les aspects différents de corps chimiques identiques, tels que la silice (calcédoine, hyalite, opale, quartz, etc.).

En Agriculture, on a compris pourquoi les terrains sableux, dépourvus de colloïdes, ne sont point fertiles.

Et, finalement, dans toutes les sciences biologiques, les applications des données acquises sur l'état colloïdal sont capables de produire une révolution. Etant donnée leur importance capitale, nous y insisterons davantage.

I. — Les Colloïdes en Biologie

1. *Fonction membraneuse.* — L'intérêt capital de la Biologie se concentre dans la vie de la cellule ; la vie cellulaire est dominée à son tour par la membrane.

Sur l'existence, la nature, le rôle exact, les fonctions et le mécanisme intime de la membrane, les recherches des siècles précédents n'ont apporté que des notions vagues et grossières.

Si nous ouvrons un traité classique de Biologie générale, voici comment la question y est résumée :

En dehors d'une membrane d'enveloppe, composée d'une couche plus ou moins épaisse de cellulose, qu'on rencontre surtout dans les cellules végétales, il existe une membrane périphérique de protoplasma condensé. La première membrane est une membrane perméable pour l'eau et pour les électrolytes ; la seconde est hémiperméable, c'est-à-dire se laissant traverser seulement par l'eau.

En appliquant les lois de la Chimie physique à la vie cellulaire, il apparaît clairement que les phénomènes de diffusion, d'imbibition, de filtration et d'osmose doivent y jouer un rôle capital. On peut expliquer le mouvement des liquides, de l'eau en particulier, dans les tissus par l'existence d'une membrane hémiperméable ;

la pression osmotique, — c'est-à-dire les forces exercées par les molécules des corps dissous à l'intérieur de la cellule contre la paroi, — devrait provoquer un courant opposé de l'eau.

Mais si des membranes, plus ou moins hémiperméables, ont pu être obtenues artificiellement par Traube, on n'en a pas trouvé dans la nature, car, en dehors de l'estomac d'Aplysie, des membranes du poumon aqueux ou du tube digestif des Holothuries et des Oursins, — d'ailleurs d'une hémiperméabilité bien délicate et éphémère, — on n'a pas pu en citer d'autres.

H. de Vries considère qu'il n'est pas besoin, pour expliquer le mouvement des liquides dans les plantes, que la membrane soit absolument hémiperméable ; il suffit qu'elle le soit à peu près et pendant un temps relativement long. Il a observé que toutes les membranes se laissent traverser par la glycérine, par l'urée ; d'autres sont perméables pour le nitrate de soude, la diphénylamine (Van Rysselberghe), etc.

Le phénomène de plasmolyse, constaté par lui, n'est pas, non plus, durable ; car très souvent le plasma remplit peu à peu de nouveau toute la cellule. Il se peut que, suivant l'hypothèse de Chanoz, l'hémiperméabilité ne soit qu'un épisode dans la vie de la membrane et constitue une forme d'adaptation de la cellule aux conditions du milieu nutritif.

A cette conception ancienne de la membrane, les expérimentateurs ont opposé d'autres faits qui démontrent pleinement l'insuffisance de la seule pression osmotique pour expliquer les phénomènes des échanges intercellulaires. Ainsi, Hamburger, dans des travaux classiques, constate que sur 60 % d'eau contenue dans les globules rouges, 40 à 50 % seulement sont représentés par les solutions salines ; le reste doit donc avoir une autre fonction. Dans de nombreux cas, la concentration des sels dans l'intérieur de la cellule est beaucoup plus forte qu'à l'extérieur, et, malgré cela, la pression osmotique n'accuse pas de différences ; ou bien, on constate des abaissements de la pression osmotique alors que les modifications de la concentration en sels exigeraient son élévation.

Hedin a démontré que les différents sels en concentration équimoléculaire ne possèdent nullement la même action sur les globules rouges ; ainsi les solutions équimoléculaires de NaCl et de KNO^3 ne sont nullement isoosmotiques, partant isotoniques. Donc, l'isoosmocité ne signifie pas du tout l'isotonicité. C'est pourquoi on ne peut que conclure avec Hoeber : l'hémiperméabilité hypothétique de la membrane nous force à supposer que la cellule est imperméable pour tout ce dont elle a besoin, et pour tout ce qu'elle est obligée d'évacuer...

En s'appuyant sur ces résultats expérimentaux, Martin Fischer considère une membrane hémiperméable comme une ineptie logique, car on doit se demander comment les produits autres que l'eau, et qui sont absolument nécessaires à la vitalité de la cellule, peuvent alors traverser la membrane ; si, par contre, la membrane laisse traverser ces produits osmoactifs, ils ne peuvent plus constituer les facteurs du mouvement de l'eau. Des coups rudes sont apportés à la conception purement osmotique d'une membrane hémiperméable.

Martin Fischer a démontré l'importance capitale *du gonflement et du dégonflement des colloïdes dans la fonction membraneuse à la place de la pression osmotique*. Voici ses résultats, avec toutes les conclusions qu'ils comportent pour l'explication de certains états pathologiques, tels que : œdèmes, néphrites, etc.

Contrairement à la pression osmotique, les phénomènes de gonflement sont capables de produire du travail. Les Egyptiens utilisaient cette force de gonflement pour faire éclater les rochers en y plaçant des traverses de bois qu'on imbibait fréquemment. De plus, les modifications du pouvoir de gonflement de la membrane doivent amener des modifications dans la filtration, dans la diffusion et dans l'osmose. Enfin, aux phénomènes de gonflement sont liés les phénomènes de synérèse, c'est-à-dire la sécrétion d'un liquide de nature colloïdale.

Expérimentalement, les modifications du degré de gonflement dans les cellules vivantes, sous l'influence des substances chimiques, ont été observées et dûment constatées par de nombreux auteurs. Bechhold a établi que certaines substances s'ouvrent automatiquement passage à travers la membrane (urée), tandis que d'autres la rendent imperméable (sulfates, glucose, alcool, etc.). Lepeschkin a démontré que les agents physiques tels que la température, la lumière, etc. sont capables d'influencer le pouvoir gonflant de la membrane.

Voici donc la première invasion de la Chimie colloïdale sujette à donner des résultats imprévus dans l'étude des phénomènes transmembraneux.

Si nous nous demandons quelle est la nature de cette membrane protoplasmique, la réponse sera aujourd'hui très malaisée, car la théorie d'Overton, qui régnait jusqu'à ces temps derniers, n'est plus suffisante. Overton considérait la membrane protoplasmique comme une membrane lipoïde, de sorte que, seules, les substances

solubles dans les lipoïdes peuvent, d'après lui, la traverser.

En réalité, il est démontré que ce n'est nullement le cas. Ainsi certaines substances narcotiques précipitent les lipoïdes. On a donc cherché à modifier cette théorie. J. Traube et Czapek considèrent la membrane comme une émulsion de substances grasses ; cette théorie a trouvé une base expérimentale dans les recherches de Clowes qui, par l'action des sels de $CaCl^2$ et autres ions polyvalents, a pu transformer une émulsion d'huile dans l'eau en émulsion d'eau dans l'huile, c'est-à-dire rendre cette membrane perméable, soit pour les solutions aqueuses, soit pour les solutions huileuses.

D'autres expérimentateurs considèrent la membrane comme une substance protéique ou même anorganique, non lipoïde. Traube et Rhumbler soutiennent que le seul facteur dominant des échanges à travers la membrane est la tension superficielle; elle seule trouble l'équilibre de la structure membraneuse. Ruhland prend en considération uniquement le degré de perméabilité de la membrane, fonctionnant comme un ultra-filtre. Quoi qu'il en soit, cette discussion permet d'entrevoir l'importance des facteurs nouveaux dans les phénomènes transmembraneux.

La seule chose sûre c'est que, parmi toutes ces théories, celle d'Overton n'est plus soutenable, car la membrane étant un colloïde, tous les facteurs qui modifient sa structure, en tant que colloïde, doivent y jouer leur rôle.

Une importante contribution à l'intelligence des phénomènes transmembraneux a été apportée par les travaux de F.-G. Donnan. Considérons une membrane perméable séparant deux solutions d'électrolytes ; un de ces électrolytes possède un ion qui ne diffuse pas. A priori, on doit s'attendre qu'à la fin de la diffusion les électrolytes seront partagés uniformément des deux côtés de la membrane ; or, il n'en est rien. Donnan a soumis ce phénomène à une analyse serrée.

Supposons que l'électrolyte avec ion non diffusible (qui ne doit pas être nécessairement un colloïde) est séparé de l'eau courante par la membrane. Nous observons alors l'hydrolyse dans le cas où l'électrolyte est un sel, ou bien la formation d'un sel sous l'influence des concentrations minimales de H^+ ou OH^-; autrement dit, par la seule présence d'une membrane, on peut décomposer les sels des acides et des bases fortes, lorsque l'un des ions d'électrolytes n'est pas diffusible.

Cela nous rappelle la formation d'acides dans l'estomac et d'alcalis dans le pancréas et les intestins. Mais, lorsque notre électrolyte à ion non diffusible se trouve séparé d'un autre électrolyte, les choses se passent différemment.

Envisageons le cas d'un ion commun des deux côtés de la membrane. L'ion commun ne peut pas traverser la membrane, étant retenu par son ion non diffusible ; par conséquent le troisième, et avec lui son congénère, peuvent seuls transfuser. La quantité d'électrolyte transfusée dépend de la concentration primitive des deux côtés de la membrane.

Dans le cas où les électrolytes, des deux côtés de la membrane, ne possèdent aucun ion commun, l'ion non diffusible attire les anions de l'autre côté de la membrane, si c'est un cathion, et inversement. Cela nous explique la répartition des ions observée dans les globules rouges, qui était tout à fait incompréhensible auparavant.

La théorie de Donnan a permis également d'expliquer la différence de potentiel, souvent très appréciable, qui existe dans l'organisme vivant (muscles, nerfs, poissons électriques, etc.); il s'agit alors de différences dans le transport des ions à travers la membrane. H.-R. Procter et J. Loeb ont appliqué cette théorie à l'explication purement osmotique des phénomènes de gonflement de la gélatine.

On se rend parfaitement compte que, dans le fonctionnement de la cellule, le rôle de l'état colloïdal est d'une importance capitale. Il en est de même dans d'autres questions biologiques.

2. *Forme et structure des êtres vivants.* — Ainsi, pour expliquer les formes et structures des êtres vivants, toute une série de processus colloïdaux peut être invoquée. Les travaux si peu connus de Stéphane Leduc en constituent le point de départ. Cet auteur est arrivé à reproduire, uniquement par l'intervention des forces de diffusion et d'osmose, non seulement les différentes formes des organismes vivants, telles que des animaux aquatiques, des champignons, des plantes, etc., mais bien plus, la structure cellulaire des tissus, les formes de karyokinèse, les différentes taxies, etc.

En dehors des formes, on observe dans ces expériences des phénomènes de croissance. Evidemment, nous ne voulons pas dire par là que les phénomènes mis en jeu expliquent la croissance, la nutrition des êtres vivants, mais uniquement que ces phénomènes doivent y jouer un rôle considérable, puisqu'ils sont de nature à reproduire leurs formes et leurs fonctions principales.

Les expériences de Leduc, de Runge, d'Uhlenhut, de Wislicenus, Jost, Ambronn, etc., ont

démontré qu'en dehors de la force osmotique, les réactions chimiques de catalyse, la cristallisation en milieux colloïdes, la dessiccation des colloïdes, etc., sont capables de reproduire les formes de la nature. La structure des organismes vivants trouve une analogie dans les processus physico-chimiques.

En Physique, plusieurs forces s'accompagnent de la production de formes rencontrées parfois dans la nature; il suffit de mentionner ici les figures de Chladni produites dans les sables par les oscillations sonores; les lignes de force magnétiques, les figures de polarisation de la lumière, etc. Les décharges électriques s'accompagnent de production de formes empruntées au monde végétal.

Les travaux de Leduc publiés en 1901, et ceux de Liesegang en 1905 sont les premiers au sujet de la production des membranes de précipitation et des anneaux concentriques. Cet auteur a décrit, non l'épaississement continu de l'anneau membraneux jusqu'à l'égalisation de la pression osmotique, mais la formation d'anneaux concentriques séparés par la masse gélatineuse.

Des membranes analogues ont été obtenues par Bechhold avec les sérums et autres produits colloïdaux organiques. Liesegang a étudié les cas où plusieurs précipités se forment en même temps dans une masse gélatineuse ; il a constaté qu'il se forme alors des membranes ayant d'autres aspects que la forme sphérique. La production de ces membranes de précipitation a une limite, atteinte par l'égalité de la pression osmotique des deux côtés.

Les travaux de W. Ostwald, Hatschek, Kohler, Pierce, Bechhold, etc. ont confirmé et élargi ces expériences. Il suffit de regarder ces structures en anneaux pour voir immédiatement toute l'analogie avec la structure des grains d'amidon, avec les perles, coquilles et autres, avec les productions calcaires des Spongiaires, Foraminifères, des Poissons, avec les canaux osseux de Havers, la structure des muscles striés, les ailes de papillons, les anneaux annuels des arbres, la structure des concrétions solides observées dans l'organisme.

Küster a attiré l'attention sur les structures analogues dans beaucoup de plantes, telles que *Succulentia*, *Pinus Thumbergii*. Munk a décrit la production des anneaux pendant la croissance de certains champignons. Rabl suppose que la formation des anneaux pendant la coloration des nerfs par la méthode de Golgi est de la même nature. Le mécanisme de cette formation des anneaux de Leduc-Liesegang est totalement inconnu; en tout cas, il ne peut s'agir ici de la production de membranes de précipitation, car la simple cristallisation ou réfrigération dans des gelées peut les reproduire.

Evidemment, tant que ce mécanisme des anneaux de Leduc-Liesegang n'est pas éclairci, il ne s'agit que de simples analogies, analogies frappantes. De tout cela résulte pourtant un fait brutal : la nécessité d'invoquer soit la présence des colloïdes, soit les processus purement physiques pour réaliser les expériences de morphogénèse.

3. *La croissance.* — L'étude des phénomènes de la croissance a été abordée ces temps derniers du point de vue colloïdal. Déjà, les expériences de Leduc ont permis de voir une analogie entre la croissance des figures artificielles et la croissance des organismes vivants. En effet, cet auteur a pu obtenir des croissances osmotiques ayant 2.300 fois le diamètre des grains semés.

Puis, certains auteurs (J. Loeb, Herbst, Davenport, Backmann et Runstrom, Gerhartz, Tangl, etc.) ont constaté que les phénomènes de la croissance sont en relation étroite avec le gonflement et le dégonflement des tissus, et, par la suite, avec l'absorption plus ou moins grande d'eau. Effectivement, les analyses ont démontré que la quantité d'eau et le degré de croissance vont de pair, surtout dans les premières périodes de la vie.

Les recherches de Borowikow et M. Fischer tendent à expliquer la croissance chez les végétaux par l'ionisation des protéines plasmatiques, grâce aux ions H, et les passages consécutifs du plasma de l'état de gel à l'état de sol.

4. *Mouvement.* — Le mouvement des organismes a été le sujet de bien des tentatives d'explication colloïdale. Et ces tentatives sont les premiers essais d'explication du mouvement par les faits et non par les mots, tels qu'excitation, tropismes, taxies, etc.; c'est un point de départ pour une conception physique expérimentale de la vie. Les travaux de Porodko semblent attribuer aux phénomènes de coagulation une importance dans les tropismes des plantes; les recherches de M. Neisser, V. Friedemann et Bechhold, attirent l'attention sur le rôle de la charge électrique des colloïdes biologiques dans la production du mouvement ; les expériences de G. Berthold et de L. Rhumbler démontrent le rôle des modifications de la tension superficielle dans le mouvement des amibes. Ce dernier auteur a pu admirablement reproduire les mouvements de ce protozoaire : en remplissant une boîte de Petri avec de la laque, desséchée

superficiellement, et en humectant ensuite avec de l'eau, puis ajoutant une goutte de chloroforme additionnée de baume de Canada, on peut observer des mouvements qui rappellent ceux de l'amibe à s'y méprendre. Ce phénomène s'explique parfaitement bien par les modifications de la tension superficielle; en effet, après un petit moment, le chloroforme solubilise la laque; sa tension diminue, alors la goutte tend à se répandre sur la surface, en débutant par l'extrémité la plus éloignée de l'endroit solubilisé, et ainsi de suite.

M. Fischer a attiré l'attention sur les mouvements d'une feuille de gélatine sur laquelle on souffle, lesquels évoquent, dans ce cas, le rôle du gonflement dans la production du mouvement. Il suffit d'approcher d'une feuille de gélatine une bandelette de papier-filtre imbibée dans l'eau pour que cette feuille s'éloigne tout de suite en s'encurvant.

Quincke a signalé la production des mouvements amiboïdes pendant la formation des émulsions : lorsque l'huile vient au contact de la solution de soude, il se forme une membrane savonneuse qui se dissout, et lorsque cette dissolution arrive au contact de l'huile, elle s'étend brusquement sur toute la surface commune à l'huile et à l'eau ; elle entraîne alors avec elle les particules solides du savon non dissous et de l'huile adhérente ; il se produit des filets d'huile qui se transforment en gouttes et progressent vers l'intérieur de la solution.

Beaucoup d'autres mouvements s'expliquent par les lois physiques connues : tel le mouvement des gouttes de collodion sur l'eau, des gouttes d'eau sur la plaque métallique chauffée à blanc, des morceaux de sodium métallique sur l'eau, etc.

Mais, dans tous ces cas, la question se pose : quels sont les facteurs qui provoquent dans l'organisme ces variations de la tension superficielle et du gonflement?

En dehors des forces électriques (le phénomène de Lippmann le témoigne suffisamment), d'autres facteurs interviennent sans doute, et, parmi eux, l'affinité chimique, expérimentalement constatée. Quoi qu'il en soit, les questions de tropismes, chimiotaxie, etc. se trouvent ramenées à l'étude des colloïdes.

Les travaux sur la phagocytose de Metchnikoff, J. Bordet, C. A. Pekelharing, R. Leber, Ranvier, H. J. Hamburger et Hekma ont apporté un matériel considérable de faits, compréhensibles en grande partie par les modifications de la tension superficielle, de la charge électrique, du gonflement, etc. Il devient inutile d'invoquer aujourd'hui l'existence de substances hypothétiques, responsables de chaque phénomène observé.

5. *Fécondation.* — Pour terminer cet exposé rapide sur l'intérêt des études colloïdales dans leurs applications à la Biologie, mentionnons encore une analogie entre les réactions colloïdales et le phénomène de la fécondation.

On sait que le premier signe visible de la fécondation de l'œuf consiste dans la formation des asters. Des recherches multiples ont prouvé que cette formation des asters n'est qu'une coagulation des colloïdes du plasma, passage de l'état de sol à l'état de gel. Cette conclusion semble être confirmée par l'observation ultramicroscopique directe. De plus, une autre analogie existe entre la coagulation et la fécondation ; toutes les deux sont, en effet, faciles à reproduire par une multitude d'agents physiques, chimiques et mécaniques, comme cela résulte des travaux de J. Loeb sur la fécondation artificielle.

Finalement, il est aisé d'imiter artificiellement la formation des asters dans les mélanges colloïdaux, ainsi que cela a été fait, il y a déjà longtemps, par Butschli et Leduc. Naturellement tous ces faits ne doivent pas être considérés à l'exclusion d'autres facteurs, par exemple des facteurs chimiques d'oxydation ou de réduction ; il faut aussi trouver, et avant tout, la cause coagulante.

II. — Les Colloïdes en Physiologie

La connaissance des colloïdes a permis de contribuer largement à l'éclaircissement de différents problèmes *physiologiques* des plus importants, tels la narcose, les phénomènes d'excitation nerveuse et musculaire, de sécrétion, etc.

1. *Narcose.* — Ainsi que nous l'avons mentionné, la théorie de la narcose émise par H. Meyer et Overton subordonnait les propriétés anesthésiques des substances à leur solubilisation dans les lipoïdes de la membrane cellulaire. Mais les expériences de Moor et Roaf ont démontré que les petites quantités d'anesthésiques, non seulement ne solubilisent pas, mais floculent les lipoïdes; puis celles de Meltzner ont établi que les sels de magnésium, totalement insolubles dans les lipoïdes, peuvent produire la narcose, et que, pendant la narcose magnésienne, la quantité de magnésium reste invariable dans le cerveau (G. Mansfeld). Leduc a produit une narcose par un courant électrique approprié.

Les recherches de Battelli et Stern ont souligné le parallélisme entre le pouvoir narcotisant, la floculation des albumines et l'oxydation des tissus.

Les belles expériences de Hœber ont démontré que le cylindraxe nerveux accuse, sous l'influence des substances narcotiques, des modifications dans son gonflement ; cet auteur a apporté, à l'appui de sa thèse, l'analogie entre les modifications du gonflement et de la perméabilité pour les électrolytes du cylindraxe nerveux, et les modifications constatées avec les hématies.

Les expériences de Hœber concordent avec les observations de Osterhout, Arrhenius, Traube, etc. Mais une question se pose : par quoi ces modifications dans le gonflement sont-elles provoquées ? J. Traube et Czapek ont émis l'hypothèse que la narcose est provoquée par l'abaissement de la tension superficielle.

D'autre part, les expériences très élégantes de d'Arsonval, effectuées en 1884-6, ont établi la corrélation entre la tension superficielle et la production des courants de repos ou d'action dans les muscles et les nerfs. Ce savant a pu construire un muscle artificiel pour la démonstration de cette corrélation.

Nos travaux personnels ont permis de fixer, tout d'abord, que tous les anesthésiques, narcotiques, hypnotiques connus possèdent le pouvoir d'abaisser la tension superficielle de l'eau et du sérum ; que le sérum obtenu dans des conditions particulières possède, sous l'influence de la narcose, une tension plus basse.

D'autre part, on sait que les substances diminuant la tension superficielle exercent également une action sur le degré de gonflement. Une seule exception a été observée par nous au sujet de la morphine, dont les propriétés analgésiques et même, dans certaines conditions, anesthésiques, sont connues, mais qui n'abaisse point la tension superficielle. Il est à souligner que son pouvoir modificateur du gonflement est également nul en ce qui concerne le tissu nerveux, ainsi que cela résulte des expériences de Lapicque et de Legendre.

De tous ces travaux, il résulte, avec la plus grande netteté, que l'application des notions colloïdales est de nature à résoudre le problème séculaire de la narcose.

2. *Fonction nerveuse.* — Pour expliquer le mécanisme de la production de l'influx nerveux, le premier pas a été fait par Bethe, par sa théorie de l'excitation musculaire. D'après cette théorie, les modifications de la concentration ionique (H+) peuvent agir comme excitantes. Ainsi, toutes les causes qui produisent le mouvement des électrolytes à travers les membranes cellulaires, à savoir les excitations chimiques, mécaniques et physiques, osmotiques, électriques, etc., et, *mutatis mutandis*, toutes les causes qui sont de nature à modifier la structure perméable de la membrane, doivent produire des troubles dans la répartition des ions H+ des deux côtés de la membrane.

W. Pauli explique, par les différences dans la vitesse de transport des ions, l'existence des grandes tensions électriques dans les muscles et les organes électriques des poissons. Evidemment, tout cela peut être appliqué à l'étude des excitations nerveuses, et il est fort probable que ces deux problèmes de Physiologie, envisagés à ce point de vue, ne tarderont pas à être éclaircis.

3. *Sécrétion.* — Le mécanisme de la sécrétion et de l'excrétion a été également l'objet d'une explication colloïdale. E. Pribam suppose que les colloïdes nutritifs des glandes subissent tout d'abord une coagulation ; le gonflement et la synérèse se produisent par la suite. Wo. Ostwald identifie la sécrétion avec la synérèse des colloïdes ; car, dans les sécrétions et la synérèse, on ne se trouve pas exclusivement en présence des électrolytes, mais toujours des colloïdes, qualitativement identiques, quoique à des degrés de dispersion différents.

4. *Nutrition.* — Lorsque nous discutons pourquoi le lait de vache est indigeste pour le nourrisson et que nous nous perdons dans des conjectures différentes, la chimie colloïdale nous apporte une explication nette et palpable. En coagulant le lait par les acides, on voit la formation de gros flocons durs et compacts de caséine ; mais, lorsqu'on tente cette coagulation en présence de la gélatine, ou bien elle ne se fera pas, ou bien les flocons auront l'aspect de petits filaments légers, spumeux.

Nous savons d'autre part qu'à une teneur de 1,25 % d'albumine dans le lait de femme correspond seulement une teneur de 0,53 % dans le lait de vache ; or, les albumines jouent également le rôle de colloïdes stabilisants, tout comme la gélatine. Nous comprenons pourquoi, dans l'estomac du nourrisson, la caséine coagulée sous une forme différente est sans doute plus facile à digérer que la caséine du lait de vache.

Tout de suite, une indication thérapeutique nous vient à l'esprit ; au lieu de diluer le lait de vache avec de l'eau, il sera préférable de lui adjoindre de la gélatine, de l'albumine d'œuf, ou toute autre substance protectrice appropriée.

Pour établir la valeur nutritive des substances, on se contentait, jusqu'à ces temps derniers, du calcul du nombre de calories, en laissant de côté les propriétés colloïdales et physiques de ces substances. Et voilà que des travaux récents, et, en premier lieu, ceux du savant polonais Casimir Funk, nous forcent à admettre qu'en dehors des calories, il faut envisager l'existence d'un autre facteur. Il nous semble que dans la question des vitamines, abordée jusqu'à présent par les chimistes avec des conceptions chimiques, la science colloïdale peut apporter des éclaircissements décisifs.

Les travaux très intéressants de Mouriquand semblent prouver qu'il est suffisant de dessécher des aliments pour qu'ils deviennent scorbutigènes. Comment alors invoquer la présence d'une substance spéciale dans ces conditions? Ne serait-il pas plus logique de parler plutôt d'un certain état physique particulier de la matière, que de la production ou de la disparition d'une substance, malgré tout insaisissable?

On voit combien l'application des notions colloïdales à la Biologie et à la Physiologie a été fertile en résultats. Il en est de même pour la Médecine[1].

W. Kopaczewski.

1. Leçon d'ouverture du 15 mai, à l'Amphithéâtre Trousseau.

REVUE DE PALÉONTOLOGIE ANIMALE

DEUXIÈME PARTIE[1]

IX. — Reptiles

La succession des faunes de Reptiles dans l'Anthracolithique et le Trias de l'Afrique du Sud.

Les récents progrès de la stratigraphie dans l'Afrique du Sud ont permis l'établissement de zones paléontologiques dans les importantes formations continentales de Karoo qui correspondent à l'Anthracolithique et au Trias. Les données aujourd'hui acquises sur cet intéressant chapitre de l'évolution des Vertébrés terrestres archaïques ont été résumées par S. H. Haughton[2].

La série de Dwyka (Carbonifère) présente 2 Reptiles, *Mesosaurus* et *Noteosaurus*, animaux aquatiques carnivores de l'ordre des Proganosauriens. Le premier de ces genres, qui se retrouve dans le Sud du Brésil et l'Uruguay, est voisin de *Stereosternum* du Nord-Est du Brésil.

La *série d'Ecca* (Permien) compte aussi 2 Reptiles, *Eccasaurus* et *Archæosuchus*. *Eccasaurus* serait un Diadectasaurien de la famille des Procolophonidés et *Archæosuchus*, un Deinocéphale voisin de *Titanosuchus*.

La *série de Beaufort* comprend six zones, dont les trois inférieures à *Tapinocephalus*, à *Endothiodon* et à *Cystecephalus* sont encore permiennes, tandis que la moyenne (à *Lystrosaurus*) et les deux supérieures, à *Procolophon* et à *Cynognathus*, correspondent au Trias.

La *zone à Tapinocephalus* compte 40 genres de Reptiles appartenant aux ordres ci-après : Paréiasauriens (4 genres), Deinocéphales (14), Dromasauriens (1 : *Galeops*), Dicynodontes (2 : *Dicynodon*, *Pristerodon*), Gorgonopsiens (1 : *Galesuchus*), Thérocéphales (16), Chéloniens (1 : *Eunotosaurus*), enfin *Broomia* de position taxonomique incertaine.

Les grands Paréiasauriens de cette zone, *Bradysaurus*, *Embrithosaurus*, *Propappus*, mesuraient 2 m. 50 à 2 m. 75 de long : c'étaient des herbivores fouisseurs présentant une physionomie comparable à celle des Monotrèmes. — Certains Deinocéphales, *Tapinocephalus*, *Struthiocephalus*, *Titanosuchus*, tout aussi grands, étaient des animaux massifs, les uns herbivores, les autres carnivores : ils se rattachaient aux Thérapsides comme les Pélycosauriens américains, *Varanosaurus*, *Dimetrodon*. — *Eunotosaurus* avait l'aspect général d'une Tortue : mais au lieu d'une carapace continue, il offrait une série de très larges côtes. Watson y verrait volontiers l'ancêtre des Chéloniens : ce Reptile en avait sans doute les mœurs, mais ses membres n'étaient pas adaptés à la vie aquatique. — Enfin *Broomia* pourrait être comparé à *Arœoscellis* et à d'autres grands Lézards.

La *zone à Endothiodon* a présenté les restes de 17 genres : Paréiasauriens (1 : *Propappus*), Dicynodontes (8 : *Dicynodon*, *Pristerodon*, *Endothiodon*, etc.), Gorgonopsiens (4), Thérocéphales (4). Les Thérocéphales sont donc alors en voie de diminution notable, les Deinocéphales et les Dromasauriens ont disparu, tandis que les Dicynodontes et les Gorgonopsiens progressent.

La *zone à Cistecephalus* compte 28 genres :

1. Voir la première partie dans la *Rev. gén. des Sc.* du 15 juin 1922, p. 334.
2. A Review of the Reptilian Fauna of the Karoo System of South Africa. *Trans. Geol. Soc. South Africa*, XXII, 1920, p. 1-25, 4 fig.

Paréiasauriens (4 : *Propappus*, *Pareiasaurus*, etc.), Dicynodontes (5 : *Dicynodon*, *Cistecephalus*, etc.), Thérocéphales (4), Gorgonopsiens (13), Eosuchiens (1 : *Youngina*) ; enfin le genre *Saurosternon* de position incertaine. Les Gorgonopsiens sont en voie d'accroissement marqué. Parmi les Dicynodontes, certains *Dicynodon* et *Eocyclops* atteignent jusqu'à 5 m. 50 de long. — Les Thérocéphales évoluent dans la direction des Bauridés, une famille de Cynodontes des couches supérieures de Beaufort. — Les grands Reptiles carnivores de la zone sont des Gorgonopsiens remarquables par leur spécialisation. Parmi eux, *Arctops* offre une forme générale intermédiaire entre les Gorgonopsiens, comme *Broomisaurus* (= *Scymnognathus*) de la zone à *Endothiodon*, et les Cynodontes, comme *Diademodon* des couches supérieures de Beaufort. En général, les Gorgonopsiens diffèrent des Thérocéphales par la largeur de la région intertemporale, la possession d'un palais secondaire, l'absence de cavités suborbitales et l'individualisation d'un menton à la mandibule. La ressemblance entre les deux groupes vient de la dentition qui comprend des incisives, des canines et des molaires. *Cynosuchus*, par ses molaires, rappelle un Cynodonte, *Nythosaurus*. *Whaitsia* a sa dentition réduite à une canine à la mâchoire supérieure et à une canine et une ou deux incisives à la mandibule : pas de molaires ni en haut, ni en bas.

La *zone à Lystrosaurus* est caractérisée par l'association de ce genre avec un certain nombre d'autres intermédiaires entre *Dicynodon* et *Lystrosaurus* et qui ressemblent d'ailleurs assez à *Cistephalus*. A côté de 5 Dicynodontes, on compte 3 genres qui paraissent être des Cynodontes très anciens (*Ictidopsis*, *Glochinodon*, *Platycraniellus*), ancêtres de ceux des couches supérieures de Beaufort. *Lystrosaurus* avait deux fortes canines, mais pas d'autres dents ; c'était semble-t-il un herbivore, aux mœurs plus ou moins aquatiques.

La *zone à Procolophon* est surtout remarquable par le Cotylosaurien de ce nom.

La *zone à Cynognathus* compte 20 genres : Dicynodontes (1 : *Kannemeyeria*), Cynodontes (10 : *Cynognathus*, etc.), Bauriamorphes (4), Lacertiliens (1 : *Palacrodon*), Archosauriens (4 : *Erythrosuchus*, *Euparkeria*, *Howesia*, *Mesosuchus*).

Kannemeyeria est un grand Dicynodonte, le dernier de l'ordre. — Les Cynodontes indiquent alors une évolution très avancée vers les Mammifères. — *Bauria* et les genres alliés ont maints points de similitude avec les Thérocéphales, notamment avec *Scaloposaurus*. Ils possèdent une large cavité suborbitale : leur palais secondaire n'était pas aussi étendu que celui des Cynodontes ; leurs molaires indiquent des caractères de rongeurs : chez l'un d'eux, *Microgomphodon*, les incisives sont de la même forme que chez les Mammifères Rongeurs. — *Erythrosuchus* était un carnivore amphibie de plus de 3 m. 50. *Euparkeria* était plus petit et ressemblait à certains Dinosauriens carnivores : Brown y voit même l'ancêtre de ces Reptiles ; c'était un animal terrestre.

Dans la *série de Stormberg* (Rhétien), au-dessus des couches de Molteno, viennent les couches rouges à Dinosauriens Théropodes : c'étaient de petits animaux rappelant les Dinosauriens triasiques d'Europe. Un seul Dinosaurien prédenté est connu de ces formations. En outre, on trouve des Cynodontes peu spécialisés et un ou deux Archosauriens comparables à *Euparkeria*, comme *Sphenosuchus*. Le sommet du système de Karoo compte quelques Dinosauriens et Archosauriens.

Il y a là un ensemble de données extrêmement intéressantes au double point de vue stratigraphique et paléontologique. Nous voyons ainsi apparaître successivement dans l'Afrique australe : 1° Les Proganosauriens, 2° les Diadectasauriens, 3° les Paréiasauriens, Deinocéphales, Dromasauriens, Dicynodontes, Gorgonopsiens, Thérocéphales, Chéloniens, 4° les Eosuchiens, 5° les Cynodontes, 6° les Bauriamorphes, Lacertiliens, Archosauriens, 7° les Théropodes (Dinosauriens).

L'on ne peut s'empêcher de comparer la netteté des résultats auxquels conduit l'étude stratigraphique et paléontologique détaillée des Reptiles triasiques à l'imprécision relative où demeure encore la classification géologique basée sur les Ammonites de la même période. Ainsi s'affirme une fois encore la nécessité de ne pas accorder la prééminence absolue aux Invertébrés dans l'établissement d'une chronologie géologique, mais l'urgence de faire beaucoup plus largement appel à l'évolution des animaux supérieurs, des Vertébrés, dont l'organisation, infiniment complexe, se modèle délicatement sur les variations du temps.

Les Gavialidés fossiles d'Amérique et d'Afrique

Les Crocodiliens fossiles intermédiaires entre les Gavials et les vrais Crocodiles ont fait l'objet, dans ces dernières années, de plusieurs études portant sur des restes fossiles trouvés en Europe, en Afrique et en Amérique.

Comme le montre C. C. Mock[1], *Tomistoma*

1. Skull Characters of Recent Crocodilia with Notes on the Affinities of the Recent Genera. *Bull. Amer. Mus. Nat*

Schlegelii actuel se place entre *Gavialis* et *Crocodilus*, mais demeure sous bien des rapports beaucoup plus proche du second de ces genres que du premier. Il existe d'ailleurs, parmi les Crocodiles vivants, un groupe, comprenant *C. cataphractus*, *C. intermedius* et *C. Johnstoni*, qui vient, dans le genre *Crocodilus*, combler partiellement la lacune séparant les Crocodiles typiques (*C. niloticus*, etc.) du *Tomistoma* de Bornéo.

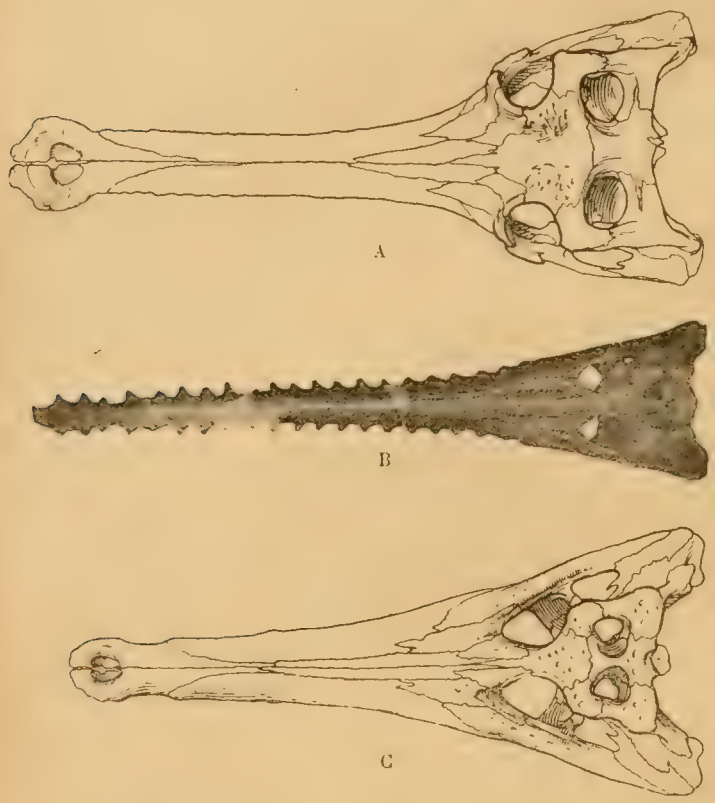


Fig. 6. — *Crânes de Gavialidés vus par la face supérieure* : A, *Gavialis gangeticus* Gmelin, Actuel, Inde, 1/8 gr. nat. — B, *Euthecodon Brumpti* Joleaud (*E. Nitriæ* Fourtau) du Pliocène de Garet Muluk, Wadi Natrun, Egypte, 1/10 gr. nat. — C, *Tomistoma Schlegelii* Müller, Actuel, Bornéo, 1/10 gr. nat. (A et C, d'après C. C. Mook; B, d'après R. Fourtau.)

E. H. Sellards a fait connaître, il y a quelques années, la présence dans les phosphates du Pontien de Brewster (Floride), de *Tomistoma americana*. C. C. Mock[1], qui reprend l'étude de ce Reptile, tout en reconnaissant ses analogies avec *T. Schlegelii*, constate qu'il se rapproche sous beaucoup de rapports de *Crocodilus cataphractus*. Son rostre, notablement plus élancé que celui de *T. gavialoides* Andrews de l'Oligocène d'Égypte, rappelle de très près ceux de *Gavialosuchus eggenburgensis* Toula et Kail du Burdigalien d'Eggenburg (Autriche) et de *T. calaritanus* Capellini du Burdigalien de Cagliari (Sardaigne), retrouvé récemment dans l'Aquitanien de Visone, près Acqui (Piémont)[1].

Le Crocodilien des phosphates de Floride ressemble incontestablement aux autres espèces tomistomoïdes, mais en diffère cependant. Ses affinités sont surtout marquées avec *G. eggenburgensis* dont Lydekker fait un *Tomistoma*; à bien des points de vue ce Gavialidé américain se sépare de l'espèce autrichienne pour se rapprocher de *T. Schlegelii*. On peut penser que le genre *Gavialosuchus*, auquel il faut rattacher cette espèce, est étroitement apparenté à *Tomistoma*, mais doit, cependant, en être séparé. *Gavialosuchus*, intermédiaire entre *Tomistoma* et *Crocodilus*, ressemble plus au premier de ces genres qu'au second.

Un autre Gavialidé fossile, dont la place dans la série zoologique a fait l'objet de récentes discussions, a été indiqué du Pliocène du Nord-est africain. Cet intéressant Reptile, dont un fragment de rostre provenant de la vallée de l'Omo (Éthiopie) a été figuré dans le *Traité de Géologie* de Émile Haug, m'a paru devoir être classé dans le genre *Tomistoma* : j'ai proposé de l'appeler *T. Brumpti*[2]. G. A. Boulenger[3] a depuis cru devoir assimiler ce Crocodilien à *Gavialis gangeticus* actuel. Mais R. Fourteau[4] a tout dernièrement fait connaître une tête complète du même animal trouvée dans le Pliocène de Wadi Natroun (Égypte). Pour le regretté paléontologiste du Service géologique khédival, le Gavialidé du Nord-est africain serait le type d'un genre nouveau et devrait recevoir le nom d'*Euthecodon Nitriæ* : son apparition en Égypte remonterait même au Burdigalien à Moghara.

L'examen comparatif des figures données par

Hist., New-York, XLIV, art. XIII, 1921, p. 123-368, 14 fig. — V. aussi Notes on the Postcranial Skeleton in the Crocodilia. *Id.*, p. 67-100, 20 fig., pl. XIII-XIV. The Dermo-Supraoccipital Bone in the Crocodilia. *Id.*, p. 101-173, 2 fig. Individual and Age Variations in the Skulls of Recent Crocodilia. *Id.*, p. 51-66, 4 fig. ; , pl. XXIII.

1. Skull characters and affinities of the extinct Florida Gavial *Gavialosuchus americana* Sellards. *Bull. Amer. Mus. Nat. Hist.*, vol. XLIV, 1921, art. V, p. 33-41, pl. V-IX.

1. C. DEL VECCHIO : Su alcuni denti di *Tomistoma* (*Crocodilia*) del Oligocene di Visone presso Acqui. *Atti Soc. Ital. Sc. Nat.*, LX, 1921, p. 419-431, 3 fig.

2. L. JOLEAUD : Sur la présence d'un Gavialié du genre *Tomistoma* dans le Pliocène d'eau douce de l'Éthiopie. *Compt. rend. Acad. Sc.*, CLXX, 1920, p. 816-818.

3. Sur le Gavial fossile de l'Omo. *Id.*, p. 914.

4. Contribution à l'étude des Vertébrés miocènes de l'Égypte. Supplément. *Ministry of Finance, Egypt, Survey Depart.* Caire, 1920, p. 111-121, fig. 67-68, pl. I-III.

R. Fourteau [1] et de celles du Gavial et du Tomistoma actuels de C. C. Mook [2] montre clairement, en tout cas, que c'est plutôt de *Tomistoma* que de *Gavialis* que se rapproche l'espèce égypto-éthiopienne, conformément à ma manière de voir et contrairement à l'interprétation de G.A. Boulenger.

En somme, on peut établir une série morphologique de différenciation graduelle allant de *Gavialis* à *Crocodilius* par *Euthecodon*, *Tomistoma*, *Gavialosuchus*.

Les Dinosauriens du Colorado

C. W. Gilmore [3] vient de consacrer une belle monographie aux Dinosauriens Carnivores, notamment à *Antrodemus valens* Leidy de l'horizon de Morrison (assise de passage du Jurassique au Crétacé) de Middle Park (Grand County, Colorado) et à *Ceratosaurus nasicornis* Marsh, de la même localité et de la même couche. Les autres Théropodes étudiés par le paléontologiste du Muséum national des États-Unis se répartissent entre les familles des Mégalosauridés (*Dryptosaurus*, *Tyrannosaurus*, *Deinodon*, *Labrosaurus*), des Céluridés (*Cœlurus*) et des Ornithomimidés (*Ornithomimus*).

Au cours des périodes géologiques successives des changements progressifs se sont produits dans la morphologie du squelette des Théropodes. Ils se traduisent : 1° par une réduction des fenêtres correspondant à un développement du tissu osseux atteignant son maximum au Crétacé supérieur avec *Tyrannosaurus* ; 2° par une réduction du nombre des dents de la série prémaxillaire-maxillaire ; 3° par une réduction de taille des préfrontaux ; 4° par un changement de forme du carré, longuement articulé et mobile dans les espèces triasiques et jurassiques, court et fixe dans les types du Crétacé supérieur.

La spécialisation des membres et des pieds des Dinosauriens carnivores se manifeste : 1° par une diminution de taille de l'ensemble du membre ; 2° par une réduction du nombre des doigts ; 3° par l'allongement des phalangettes ; 4° par l'allongement de l'omoplate.

Un type jurassique archaïque *Antrodemus* avait une cuirasse abdominale, qui consistait en 7 et probablement 8 ou 9 petites ossifications distinctes, lesquelles étaient réduites à 4 dans *Gorgo-*

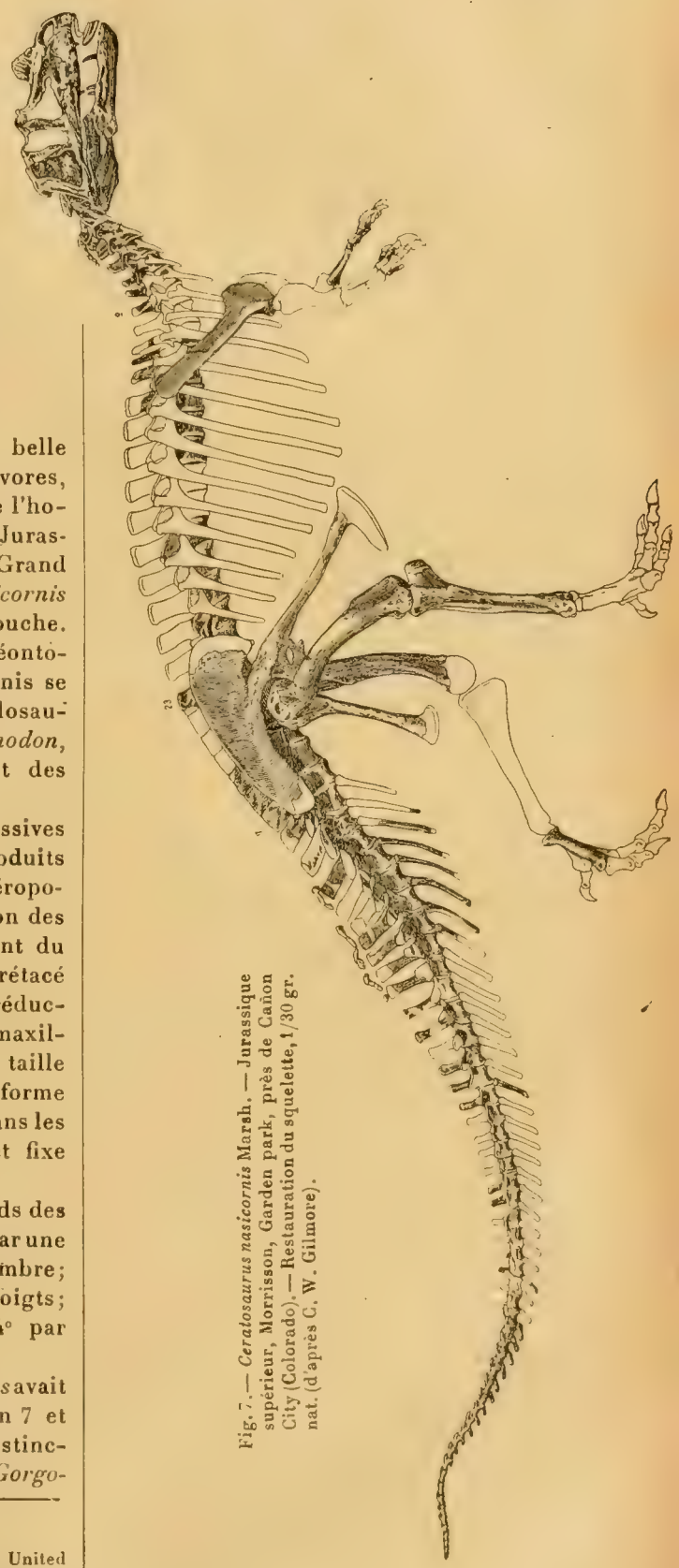


Fig. 7. — *Ceratosaurus nasicornis* Marsh. — Jurassique supérieur, Morrisson, Garden park, près de Cañon City (Colorado). — Restauration du squelette, 1/30 gr. nat. (d'après C. W. Gilmore).

1. *Loc. cit.*, pl. III.
2. *Loc. cit.*, p. 131 et 143.
3. Osteology of the Carnivorous Dinosauria of the United States National Museum, with special reference to the genera *Antrodemus* (*Allosaurus*) and *Ceratosaurus*. *Smith. Instit. S. Nat. Mus.*, Bull. 110, 1920, 160 p., 79 fig. et 36 pl.

saurus et à 2 dans *Tyrannosaurus* du Crétacé supérieur.

Dans une magistrale monographie, éditée luxueusement par l'American Museum of Natural History, H. F. Osborn et C. C. Mook[1] ont repris l'étude des Dinosauriens Sauropodes décrits par Cope de cette même formation de Morrisson, près de Canyon City du Colorado. Finalement ces paléontologistes ramènent à deux formes les nombreuses espèces décrites avant eux : *Camarasaurus supremus* et *Amphicœlias altus*. Avec ces deux Sauropodes est décrit un Théropode, *Epanterias amplexus*.

Comparé aux autres Reptiles géants, *Diplodocus* et *Apatosaurus* (= *Brontosaurus*), *Camarasaurus* (= *Morosaurus*) apparaît comme plus massif, plus élevé au niveau des membres antérieurs, beaucoup plus allongé et mieux proportionné. C'était un animal terrestre sans doute adapté à la vie amphibie, à terminaison caudale plutôt brusque: il mesurait de la tête à la queue près de 18 mètres.

Amphicœlias était beaucoup plus élancé que *Camarasaurus*. Il devait ressembler plutôt à *Diplodocus*, mais était plus grand et plus fort que toutes les espèces connues de ce genre.

X. — Mammifères[2]

Le plus ancien Cétacé connu : Pappocetus Lugardi de l'Éocène inférieur de la Nigeria

Les Cétacés ont fait tout dernièrement l'objet d'une intéressante revision de H. Winge, traduite en anglais et augmentée d'importantes notes complémentaires par G. S. Miller[3]. Ce travail de synthèse a malheureusement sans doute été rédigé avant que ne fût parvenue en Amérique la note relatant la découverte, dans la Nigeria du Sud, d'un nouveau Zeuglodonte, *Pappocetus Lugardi* C. W. Andrews[4] : la mandibule de ce type archaïque rappelle celle de *Prozeuglodon* et de *Zeuglodon*. L'axis présente, sur sa face dorsale, une dépression postéro-centrale que l'on a déjà signalée chez l'Ours des cavernes et dans un Créodonte *Apterodon*. Ainsi ce nouveau Zeuglodonte suggère l'existence d'affinités entre les Cétacés et les Créodontes-Carnivores. Fraas avait, dès 1904, émis l'hypothèse d'une telle origine pour *Protocetus*, Zeuglodonte de l'Éocène moyen de Mokattam. Matthew et Gregory ont pensé, au contraire, que les Zeuglodontes dérivaient d'Insectivores primitifs, comme *Pantolestes* de l'Éocène. De curieuses analogies existent, d'ailleurs, entre les Zeuglodontes et certains Centétidés, comme *Hemicentetes*. Il est donc probable que les ancêtres des Centétidés auraient vécu en Afrique au début des temps tertiaires et que c'est d'eux que tireraient leur origine les Zeuglodontidés; ceux-ci étaient déjà arrivés à l'Éocène inférieur à un stade d'évolution et à un degré de spécialisation beaucoup plus avancé que les Centétidés: le plus ancien Centédité connu est *Palæoryctites* du Thanétien du Nouveau-Mexique, et un autre genre de cette famille, *Apternodus*, a été observé dans le Sannoisien du Montana; le Zeuglodontidé le plus vieux serait précisément *Pappocetus*, qui pourrait aussi remonter à l'Eonummulitique.

La même physionomie centétoïde se retrouve chez des Carnivores de l'Éocène inférieur, les Acréodontes (Mésonychidés) dont P. Teilhard de Chardin vient précisément de montrer les analogies avec les Insectivores Zalambdodontes (*Centetes*).

L'évolution des Hippopotames fossiles

Je me suis efforcé de démêler les modalités de l'évolution des Hippopotames fossiles[1], évolution sur laquelle des divergences d'opinion s'étaient fait jour entre Lydekker, Guldberg et Forsyth Major.

Le genre le plus ancien du groupe paraît être *Aprotodon* de l'Aquitanien du Béloutchistan, qui est dépourvu d'incisives.

Chœropsis, sous-genre pygmé, que l'on connaît du Quaternaire des îles méditerranéennes (*H. minutus*) et de l'aire de refuge qui correspond, dans la nature actuelle, à l'Ouest africain (*H. liberiensis*), ne possède que deux incisives à la mandibule. Peut-être sa différenciation est-elle antérieure au Burdigalien.

De petits Hippopotames propres, l'un à la faune subfossile de Madagascar (*H. madagascariensis*), l'autre aux gisements pliocènes inférieurs nord-africains (*H. hipponensis*), nous révèlent une spécialisation progressive du groupe africain dans le sens tétraprotodonte qui aboutit à des formes à quatre incisives plus ou moins fonctionnelles (*Tetraprotodon*). Cette évolution, qui dut se manifester dès le Miocène moyen et supérieur, se pour-

1. *Camarasaurus*, *Amphicœlias* and other Sauropods of Cope. *Mem. Amer. Mus. Nat. Hist.*, n.s., v. III, p. 3, 1921, 387 p., 127 fig. et 84 pl.

2. Voy. aussi mon analyse de l'important mémoire de M. Boule, sur les mammifères quaternaires de Tarija (Bolivie), dans la *Revue générale des Sciences*, XXXII, 1921, p. 618-619.

3. *Smith. Collect.*, LXXII, 8.

4. A description of new species of Zeuglodont and of Leathery Turtle from the Eocene of Southern Nigeria. *Proc. Zool. Soc.*, 1920, p. 309-319, pl. I-II.

1. L. Joleaud : Contribution à l'étude des Hippopotames fossiles. *Bull. Soc. Géol. France*, 4, XX, 1920, p. 13-26, pl. I; — Considérations sur le système dentaire des Hippopotames. *Bull. Soc. Zool. France*, LXVI, 1921, p. 18-23, 1 fig.

suivit sans doute au Pliocène inférieur et permit dès le Pliocène moyen l'individualisation de l'Hippopotame amphibie actuel. Au Pliocène supérieur les Hippopotames africains envahissent l'Europe méridionale, où ils sont représentés par une très grande forme (*H. major*). Mais dès le début du Quaternaire, on ne trouve plus guère que des Hippopotames de la taille de ceux qui peuplent aujourd'hui les fleuves et les lacs de l'Afrique. L'identité spécifique des uns et des autres ne saurait cependant faire de doute. *L'Hippopotame amphibie aurait donc subi une réduction de taille au cours du Quaternaire : ce fait infirme la loi d'accroissement de grandeur qui, pour certains biologistes, dominerait l'évolution des animaux.*

Les Hippopotames hindous ont présenté, pendant les dernières périodes géologiques, des modifications graduelles différentes de celles qui ont affecté les Hippopotames africains. On voit apparaître au Pontien un type à six incisives (*Hexaprotodon*), qui est ramené progressivement au Pleistocène à une forme à quatre incisives (*Tetraprotodon*) : mais, tandis que dans l'espèce africaine c'est l'incisive externe qui manque, dans l'espèce hindoue c'est l'incisive moyenne.

Les Hippopotames du phylum africain ont donc acquis graduellement quatre incisives à l'époque où ceux du phylum hindou en perdaient progressivement deux.

Ces faits ne cadrent guère avec les idées préconçues des paléontolongistes qui veulent à tout prix que l'évolution des êtres obéisse à des lois immuables. Aussi Ch. Depéret[1] a-t-il cru devoir, au nom de ces doctrines, s'élever contre ma manière de voir. Comme moi, cependant, l'éminent doyen de la Faculté des Sciences de Lyon admet l'origine asiatique des Hippopotames, qui constituent pour lui un groupe « aberrant » ; il donne de l'histoire du rameau asiatique une vue synthétique qui ne diffère pas de celle que j'avais admise.

Dans l'ensemble des Hippopotames européens et africains, Ch. Depéret distingue six rameaux, ce qui peut surprendre, à priori, dans un groupe aussi homogène. Son premier rameau, qui ne comprend que *H. Pantanellii*, est, comme je l'ai montré, une simple dérivation directe du tronc des Hippopotames asiatiques. *H. minutus* et *H. liberiensis*, qui représenteraient un second rameau, offrent, comme le reconnaît Ch. Depéret, des caractères archaïques aux molaires et aux canines, et rappellent *H. Pantanellii* : je crois qu'il convient de les placer encore à la base de la série africano-méditerranéenne. *H. hipponensis*, que j'avais indiqué comme correspondant à une branche latérale de cette série, est le type du troisième rameau de Ch. Depéret. Les formes des quatrième, cinquième et sixième rameaux du savant paléontologiste lyonnais sont tout au plus des variétés géographiques de l'Hippopotame actuel pour les naturalistes qui ne cèdent pas à la tendance à la pulvérisation des espèces, malheureusement chère à toute une école de biologistes.

C. A. Airaghi[1] donne de l'évolution des Hippopotames une interprétation un peu différente de celle de Ch. Depéret, quoique influencée par des idées directrices du même ordre. Pour le savant paléontologiste italien, ces Artiodactyles ont subi, aux cours des temps géologiques, une diminution régulière du nombre des incisives, tandis que leur taille, d'abord en voie d'accroissement continu, a subi ensuite une réduction progressive. La série européenne comprendrait ainsi les stades *Pantanellii* (de Casino et de Gravitelli), *major*, *amphibius*, *Pentlandi*, *minutus* et la série africaine offrirait la succession *hipponensis*, *major*, *amphibius*, *madagascariensis*, *liberiensis*. La doctrine de l'orthogénèse appliquée aux Hippopotames oblige donc C. A. Airaghi à admettre une phase de régression de la taille que ne reconnaît pas Ch. Depéret. Cependant, parmi les formes affectées de nanisme, certaines sont incontestablement assez évoluées comme *H. Pentlandi*, tandis que d'autres présentent des caractères archaïques comme *H. liberiensis*, etc. Je ne crois donc pas que l'on puisse adopter intégralement les conclusions de notre savant confrère italien et je persiste à penser que l'évolution des Hippopotames témoigne de faits beaucoup plus complexes que ceux exprimés par une loi biologique simplement basée sur la régularité et la constance d'un phénomène.

Les Dicérathériens d'Amérique

Les genres de Rhinocérotidés *Cœnopus* et *Diceratherium*, le second semblant descendre directement du premier, présentent dans le Dakota du Sud, le Nebraska et à John Day, la répartition stratigraphique ci-après, selon O. A. Peterson[2] : 1° Oligocène inférieur ou Sannoisien (Chadron : zone à *Titanotherium* : néant) ; — 2° Oligocène moyen (Lower Brule : zone à *Oreodon* et *Metamynodon*) : *Cœnopus occidentalis* et *Copei*

1. La phylogénie des Hippopotames. *Compt. rend. Soc. Géol. France*, 1921, p. 163-165.

1. L'Hippopotame (*Hipp. amphibius* L.) dell'antico lago del Mercure (Calabria). *Att. Soc. Ital. Sc. Nat.*, Milano, LX, 1921, p. 408-418, 2 fig.

2. The American Dinoceratheres. *Mem. Carnegie Mus.*, vol. VII, n° 6, 1920, p. 399-456, 37 fig., pl. LVII-LXVI.

[niveau de *Protoceratherium* (*Diceratherium minutum* d'Europe]; — 3° Oligocène supérieur ou Chattien (Upper Brule = Lower John Day : zone à *Leptauchenia* et *Protoceras* : *Cœnopus tridactylus* et *dakotensis* ; — 4° Aquitanien inférieur (Gering = Middle John Day) : *Diceratherium annectens* et *armatum* Marsh [niveau de *Diceratherium pleuroceros* d'Europe] ; — 5° Aquitanien supérieur (Lower Rosebud = Monroe Creek Beds = Upper John Day) : *Diceratherium Gregorii* Peterson; — 6° Aquitanien supérieur (Lower Harrison = Columbia) : *Diceratherium Cooki* et *niobrarense* Peterson ; — 7° Burdigalien et Vindobonien (Upper Rosebud = Upper Harrison = Mascall) : néant.

Fig. 8. — *Diceratherium Cooki* Peterson. — Aquitanien supérieur, Lower Harrison (Nebraska). — Crâne d'un jeune mâle, 1/3 gr. nat.
1, vue de profil; — 2, vue de la face palatale; — 4, vue de la face supérieure (d'après O. A. Peterson).

Ainsi aux anciennes espèces de *Diceratherium* décrites par Marsh de la base de l'Aquitanien, O. A. Peterson vient d'ajouter trois formes des zones moyenne et supérieure de cet étage. L'une d'entre elles, *D. Cooki*, a offert des restes fort intéressants du squelette de plusieurs jeunes mâles et femelles, voire de fœtus, semble-t-il : on sait combien est rare la rencontre d'ossements fossiles d'individus non adultes, *a fortiori* la découverte d'exemplaires encore au stade fœtal est-elle tout à fait exceptionnelle. La formule dentaire des très jeunes individus $\frac{3}{3}, \frac{1}{1}, \frac{4}{4}, \frac{3}{3}$ rappelle celle des types les plus anciens de Rhinocérotidés américains, *Trigonias*, de l'Oligocène inférieur.

Les Siréniens fossiles de l'Ancien Monde

Ch. Depéret et F. Roman[1] viennent de faire connaître, dans un beau mémoire publié par le Muséum d'Histoire Naturelle de Lyon, les grandes lignes de l'évolution des Siréniens fossiles de l'Ancien Monde.

La structure bunodonte de la dentition adulte

1. Le *Felsinotherium Serresi* des sables pliocènes de Montpellier et les rameaux phylétiques des Siréniens fossiles de l'Ancien Monde. *Arch. Mus. Hist. Nat. Lyon*, 1929, p. 35, 14 fig., 7 pl.

des Siréniens éocènes semblerait indiquer que les ancêtres de ces Mammifères étaient des Suilliens archaïques. Mais cette hypothèse semble contredite par l'étude des dents de lait de deux types oligocènes, *Prorastoma veronense* du Me Grumi et *Mesosiren Dolloi* du Me Zuello, qui sont peut-être simplement les jeunes de *Halitherium Schinzi* et *H. veronense*. La première dentition de ces deux formes étant semi-sélénodonte, il faudrait sans doute en conclure que les Siréniens dérivent plutôt des Anthracothériidés.

A l'Éocène moyen, le groupe des Siréniens était non seulement déj à bien individualisé

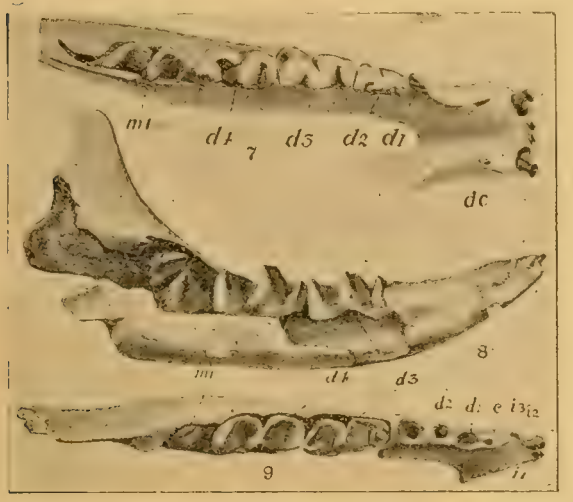


Fig. 9. — *Diceratherium Cooki* Peterson. — Aquitanien supérieur, Lower Harrison (Nebraska). — Mandibules, 4/9 gr. nat.

7, vue de la face orale, chez un sujet adulte; 8, vue de la face interne, et 9, vue de la face orale, chez un très jeune individu (fœtus?) (d'après O. A. Peterson).

mais encore ses deux principales subdivisions, géographiquement aujourd'hui disjointes, les Lamantins et les Dugongs, se trouvaient déjà nettement différenciées et présentaient alors la même localisation que maintenant. *Prorastoma sirenoides* de l'Eocène de la Jamaïque, avec son prémaxillaire faiblement incurvé, sa mandibule allongée, ses molaires nombreuses, de type tapiroïde, se rattache nettement à *Manatus* demeuré depuis en Amérique, à l'exception d'une espèce, *M. senegalensis*, émigrée sur les côtes africaines. Au contraire, les Siréniens fossiles de l'Ancien Monde rappellent tous les Dugongs par leur prémaxillaire fortement incurvé, leur mandibule courte, leur dentition réduite, de type bunodonte.

Parmi ceux-ci, Ch. Depéret et F. Roman distinguent sept séries.

1° *Eotherium-Halitherium*, dont le type le plus ancien, *Eotherium ægyptiacum* du Lutétien d'Égypte, ressemble à *Halitherium* (*Prototherium*) *veronense* de l'Auversien du Me Zuello, près Ronca (Vénétie), déjà sensiblement plus grand. L'on ne connaît pas d'*Halitherium* du Bartonien, du Ludien et du Sannoisien. Dans le Stampien du bassin de Mayence, de la Belgique, de la Suisse, de la région parisienne et de l'Aquitaine, *H. Schinzi* représente un stade à peine plus fort que *H. veronense*; l'augmentation de taille dans l'Aquitanien de Schio (Vénétie) donne *H. Bellunense*.

2° *Eosiren-Prohalicorne* débute dans l'Auversien d'Egypte avec *Eosiren libyca*, qui, plus petit que *Eotherium*, possède, d'ailleurs, des molaires supérieures plus simples, quadrituberculaires et non plus sextuberculaires. *Eosiren* apparaît donc comme plus archaïque que *Eotherium*, cependant plus ancien. Il semble avoir eu pour descendant *Prohalicorne Dubaleni* de l'Helvétien d'Odon (Landes).

3° *Rhytiodus Lapgrandi* est une forme géante de l'Aquitanien du Lot-et-Garonne et de la Gironde, qu'il serait intéressant de comparer à *Crassitherium robustum* du Rupélien de Belgique. Dès l'Oligocène supérieur, des Siréniens atteignaient donc déjà presque la taille de la Rhytine récemment éteinte.

4° *Metaxytherium* diffère d'*Halitherium* par des caractères tels que l'allongement du crâne, le moindre infléchissement du rostre prémaxillaire, l'écartement des crêtes temporales, indiquant un type plus primitif, alors que la réduction du nombre des molaires et la complication de leur structure font songer à des formes plus évoluées. *M. Beaumonti* est peut-être l'unique espèce burdigalienne, répandue dans l'Aquitaine, la vallée du Rhône, la Suisse, l'Autriche. Dans le Miocène moyen lui succèdent *M. Cuvieri* du bassin de la Loire et *M. Petersi* de l'Autriche et de l'Aquitaine.

5° *Miosiren-Rhytine* grouperait *Miosiren Kochi* du Miocène supérieur de Belgique, à formule dentaire complète, mais à volume très réduit des molaires, et la gigantesque Rhytine, dépourvue de molaires.

6° *Felsinotherium* semble à priori se rattacher à *Metaxytherium*. « Mais, disent Ch. Depéret et F. Roman, il y a à ce rattachement une difficulté stratigraphique : le *Felsinotherium* le plus ancien, *F. Serresi* des sables de Montpellier, est de taille trop petite pour pouvoir se rattacher phylétiquement à un *Metaxytherium* vindobonien tel que *Metaxytherium Petersi* qui est beaucoup plus grand que l'espèce de Montpellier. » J'avoue, pour ma part, ne voir aucune difficulté à faire descendre un type plus petit d'un autre de plus grande taille. Au contraire, je verrais volontiers dans le fort intéressant exemple signalé par

Ch. Depéret et F. Roman, un cas de régression de taille, comme ceux cités par les nombreux biologistes qui n'admettent pas les doctrines de l'orthogénèse. *F. Serresi* aurait, d'ailleurs, donné naissance à un type plus fort, à molaires plus réduites, *F. Forestii* de l'Astien de l'Italie.

7° *Halicorne*, le Dugong actuel de la mer Rouge et des régions indo-pacifiques, aurait divergé de bonne heure du rameau *Felsinotherium*.

Notharctus, un Primate de l'Éocène américain

W. K. Gregory[1] vient de consacrer une superbe monographie à la description complète du squelette d'un primate de l'Eocène moyen des Lower Bridger beds, dans le Wyoming, *Notharctus Osborni*.

Ce Primate fait partie de la série des Lémuriformes et de la famille des Adapidés, qui comprend les Adapinés, représentants européens de ce groupe eocène, et les Notharctinés ou Adapidés américains. Ceux-ci, qui paraissent localisés dans l'Eocène inférieur et moyen, alors que les premiers sont répandus dans tout ce système géologique, comprennent les genres *Pelycodus* et *Notharctus*. Les deux sous-familles présentent des caractères divergents, notamment dans la dentition. Les Notharctinés constitueraient une modalité plus archaïque et moins spécialisée que les Adapinés.

Stehlin pensait que les Adapinés ne faisaient point partie de la lignée ancestrale des Lémuridés actuels : il est évident, en effet, que la région tympanique des Lémurs modernes présente un bien moindre degré de complication que celle des Adapinés. Cependant W. K. Gregory n'adopte pas entièrement la manière de voir du savant paléontologiste suisse.

C'est dans le Paléocène de l'Asie septentrionale (!) qu'il faudrait, suivant l'anatomiste américain, rechercher l'hypothétique Lémuroïde primitif. De ce tronc commun se seraient détachées, avant l'Eocène, deux branches conduisant, l'une par les Notharctinés de l'Eocène nord-américain aux Platyrrhinés de l'Amérique du Sud, l'autre à tous les Lémuriens de Madagascar. Celle-ci comprendrait deux rameaux, l'un, sur lequel se greffent les Adapinés de l'Eocène européen, aurait donné les Lémurinés, Mégaladapinés et Cheirogalinés ; l'autre, qui à l'origine se relierait à *Cœnopithecus* de l'Eocène européen, serait représentée par les Indrisinés, les Archéolémurinés et les Chiromyidés. Cependant beaucoup d'auteurs font de cette dernière famille un groupe complètement à part.

1. On the structure and relations of *Notharctus*, an American Eocene Primate. *Mem. Amer. Mus. Nat. Hist.*, n. s., vol. III, part. 2, 1920, 243 p., 84 fig., 59 pl.

Les Primates des Phosphorites du Quercy

Les Primates des phosphorites du Quercy étudiés par P. Teilhard de Chardin[1] sont généralement de très petites formes qui permettent de saisir sur le vif le processus de la différenciation des phylums. Malheureusement les êtres de taille médiocre sont bien moins souvent conservés dans les couches de l'écorce terrestre que les grands organismes. C'est le cas notamment pour les Mammifères et en particulier pour les Vertébrés qui ont atteint la spécialisation la plus élevée. Aussi les curieux types pygmés des phosphorites du Quercy que vient de nous faire connaître P. Teilhard de Chardin offrent-ils un grand intérêt pour l'étude de nos origines. Avec une clarté et une concision remarquables, le savant professeur de l'Institut Catholique de Paris nous expose, à propos de la description de ces ossements fossiles, des vues générales sur l'évolution des Primates.

Cinq genres de dimensions fort exiguës avaient été brièvement définis, par Filhol ou par Stehlin, du remplissage des fentes du plateau des Causses ou du Jura : *Microchœrus*, *Necrolemur*, *Anchomomys*, *Nannopithex*, *Pseudoloris*.

Par la réduction de l'apophyse coronoïde et l'élévation du condyle, *Pseudoloris* s'éloigne considérablement des Lémuriens actuels. *Son palais est imparfaitement ossifié :* les fosses palatines antérieures sont larges et suivies de deux grandes fosses palatines postérieures réniformes ; *cette curieuse disposition, réalisée chez la plupart des Marsupiaux, se retrouve parfois chez les Hérissons, mais n'avait jamais encore été observée chez un Primate; elle correspond incontestablement à une disposition fort archaïque des Mammifères. Un petit museau effilé* tubulaire, presque cylindrique, séparait *deux énormes orbites, aussi vastes et aussi ossifiées que celles du Tarsier actuel.* Le type de la faune européenne le plus voisin de *Pseudoloris* est *Necrolemur*, qui a un front plus fuyant, des orbites moins grandes et moins ossifiées, des molaires plus compliquées et une taille plus élevée. Parmi les types américains connus, le célèbre *Tetonius* (*Anaptomorphus*) *homunculus* Cope, qui est plus fort, possède des orbites moins vastes, à parois moins épaisses, une dentition plus spécialisée, un museau plus court: quoique plus ancien, il est cependant plus évolué dans une direction d'ailleurs assez différente.

Tous ces types néanmoins présentent un air de famille et doivent être réunis en un même

1. Sur quelques Primates des phosphorites du Quercy. *Annales de Paléontologie*, X, 1921, p. 1 à 30, fig. 1 à 6, pl. I et II.

groupe, les *Anaptomorphidés*, qui viennent se placer entre les Lémuriens et les Singes : apparus en Amérique au Wasatch (*Tetonius*), ils ne sont connus en Europe que du Bartonien ou du Ludien inférieur (*Pseudoloris*) ; ils disparaissent du continent nord-atlantique à la fin de l'Eocène, mais continuent à vivre en Malaisie. Si *Pseudoloris* présente, en effet, des affinités assez vagues, d'ailleurs, avec *Tetonius*, il offre, par contre, une ressemblance saisissante avec le *Tarsier* actuel, aussi bien par l'ensemble de sa physionomie, que par les détails de sa dentition. *Tarsius* est plus grand, a une formule dentaire plus réduite, des fosses palatines antérieures plus petites, et des fosses postérieures qui ne sont plus indiquées que par un simple amincissement de l'os ; mais *les modifications essentielles qui conduisent du Primate des phosphorites à celui de la Malaisie consistent dans une réduction de la face au profit du crâne*, suivant une règle très générale qui domine l'évolution des Primates.

La série Anaptomorphidés-Tarsiidés, qui constitue le sous-ordre des Tarsiens, vient ainsi se placer entre les vrais Lémuriens et les Simiens, sous la forme d'un phylum indépendant. *Tarsius est un dernier Pseudoloris géant, qui a survécu seulement dans la région indo-pacifique : il correspond, dans sa propre lignée, à un stade presque aussi avancé que l'Homme dans le rameau des Anthropoïdes.*

Les Tarsiens n'ont donc guère varié depuis la fin des temps éocènes et ce n'est d'ailleurs pas là un fait exceptionnel dans la classe des Mammifères. D'autres habitants des terres indo-pacifiques, comme un Carnassier, le Cryptoprocte de Madagascar, ou un Ongulé, le Tapir, sont aussi demeurés jusqu'à aujourd'hui tels qu'ils étaient au milieu de la période nummulitique. Mais le fait peut paraître surprenant par l'idée que l'on se fait souvent du degré élevé d'organisation de la totalité des Primates.

Quand les Tarsiidés apparaissent dans l'Éocène inférieur d'Amérique, ils ont déjà certains caractères de haute différenciation : leur dernière molaire inférieure, par le développement de son troisième lobe, semble moins archaïque que celle des Anthropomorphes. Lorsqu'ils arrivent en Europe, à l'Éocène supérieur, leur spécialisation est extrême. Puis une seule file persiste, celle de *Tarsius*, qui est le plus céphalisé de tous les Tarsiens. Cette céphalisation se présente d'ailleurs comme initiale dans l'état actuel de nos connaissances, puisqu'elle est déjà très marquée chez le plus anciennement connu des Tarsiens *Tetonius homunculus*. Il faut donc rechercher, dans un très vieux passé, l'époque où se séparèrent du tronc commun les trois branches maîtresses des Lémuriens, des Tarsiens et des Simiens. A fortiori doit-on reculer à une bien lointaine période géologique l'âge d'invidualisation du tronc commun des Primates : *Pseudoloris* ne nous a-t-il pas fait entrevoir de curieuses analogies avec les Marsupiaux, analogies qui font songer à un âge crétacé pour nos premiers ancêtres peut-être encore didelphes et plus ou moins confondus avec les Préinsectivores.

Les caractères de l'enfant dans Homo neanderthalensis

Le Dr Henri Martin [1] a découvert dans le célèbre gisement de la Quina (Charente), au niveau moyen du Moustérien supérieur, un crâne d'enfant de 8 ans environ dans un merveilleux état de conservation. Ce crâne, qui appartient incontestablement à l'espèce *Homo neanderthalensis*, révèle des caractères infantiles très différents de ceux que l'on constate dans *H. sapiens*.

La région antérieure, au lieu d'être bombée, comme chez les enfants actuels, présente, au contraire, un front fuyant, aplati et rétréci ; les bosses frontales n'y sont pas encore indiquées et il en est de même des bosses pariétales et temporales. Au-dessus des orbites s'avance déjà une forte saillie, mais ce n'est encore qu'une indication des énormes arcades sourcilières qui caractériseront l'adulte néanderthalien.

Le maxillaire supérieur est renflé et fortement projeté en avant, tandis que la fosse canine fait complètement défaut.

Le crâne de l'Homme de Néanderthal présente un profil très surbaissé, d'énormes arcades sourcilières, un front très fuyant, une région occipitale saillante et déprimée, une face fortement prognathe, une profonde dépression supranasale. Tous ces caractères sont presque l'opposé de ceux que l'on observe chez l'enfant. L'indice céphalique de *H. neanderthalensis* adulte varie de 70 à 76, soit 72,5 en moyenne ; il est de 77 chez l'enfant de la Quina. Ce dernier est donc sous-dolichocéphale, alors que l'adulte est dolichocéphale. On sait que les enfants actuels sont hyperbrachycéphales.

En résumé, dans *H. neanderthalensis*, les caractères infantiles présentent, par rapport aux caractères de l'adulte, des différences d'un ordre bien plus élevé que dans *H. sapiens*, mais le sens des variations qui les séparent reste le même. Il en résulte que l'enfant de la Quina est presque moins différent d'un adulte actuel que de l'adulte de *H. neanderthalensis*.

1. Un crâne d'enfant néanderthalien provenant du gisement de la Quina (Charente). *Compt. rend. Instit. F. d'Anthrop.*, 16 mars, *L'Anthropologie*, XXXI, 1921, p. 331-334, fig. 1-2.

Les Hommes fossiles des contrées africano-pacifiques

Les découvertes de restes fossiles humains étaient jusqu'à ces dernières années demeurées étroitement localisées à l'Europe occidentale et centrale. La présence d'ossements isolés avait bien été indiquée en 1914-1915 de Chine, de l'Afrique orientale et de l'Australie, mais c'est seulement au cours de 1921 que des documents très importants pour la Paléontologie humaine ont été signalés en dehors de nos pays.

Tel est le cas notamment de ceux rencontrés dans la Broken Hill, vers l'intersection du parallèle de Mozambique et du méridien de Prétoria, dans le Nord de la Rhodésie, en Afrique australe[1]. Une exploitation minière à ciel ouvert a atteint dans cette colline une étroite caverne longue de cinquante mètres, dite « caverne des ossements », au fond de laquelle gisait, à trente mètres de profondeur, un crâne humain à aspect remarquablement archaïque. Le squelette entier dont il faisait partie a été brisé par les ouvriers et l'on en a retrouvé seulement un morceau de mandibule, des vertèbres cervicales, une clavicule, des fragments d'omoplate et de bassin avec le coccyx encore adhérent, un tibia et les deux extrémités d'un fémur. Fortement encroûté par du carbonate de zinc et de plomb, ce crâne était accompagné d'un fragment de mâchoire supérieure ayant appartenu à un second individu, un petit enfant sans doute. A. S. Woodward, qui étudie en ce moment ces intéressants documents paléontologiques, tend à croire que toute une colonie des êtres humains auxquels ils ont appartenu a habité jadis la caverne.

Fig. 10. — *Homo neanderthalensis* Schaafausen. — Niveau moyen supérieur de la Quina (Charente).

A, Crâne d'un enfant de 8 ans, vue de profil, gr. nat. — B, Crâne d'adulte (par comparaison), vue de profil, 1/3 gr. nat.

(D'après des clichés aimablement communiqués par le Dr Henri Martin.)

Auprès du squelette de Broken Hill ont été trouvés des broyeurs en grès tout à fait comparables aux pierres dont les indigènes se servent aujourd'hui dans le pays pour écraser le grain, et, non loin de là, un crâne de Lion. Le sol de la grotte est formé essentiellement d'ossements plus ou moins fossilisés, généralement brisés et partiellement transformés en phosphates de zinc et de plomb; ces restes proviennent d'Éléphants, de Rhinocéros, d'Hippopotames, d'Antilopes, de Lions, de

1. African Ape Man, a new human species, *The Times*, 8, 9 et 11 novembre 1921; — A. S. Woodward, *Nature*, 17 novembre 1921; — W. E. Harris, The Finding of the Broken Hill skull: the mystery of the great Bone Cave; — A. S. Woodward, On the Broken Hill skull, *The Illustrated London News*, 19 novembre 1921. La plus ancienne mention de la découverte figure dans le *Sunday Times* de Johannesburg.

Panthères et surtout de petits animaux (Rongeurs, Oiseaux, etc.). Tous ces ossements, comme d'ailleurs le crâne humain, semblent à peine fossilisés, ce qui peut tenir à des conditions locales particulières et ne témoigne pas nécessairement contre l'ancienneté de tels documents paléontologiques.

La face de l'Homme de Broken Hill était surtout remarquable par un prognathisme extrêmement accusé; la mâchoire supérieure grande et plate ne présentait pas de fosses canines; au-dessus d'elle se creusait une large cavité nasale; les arcades sourcilières, réunies en une visière à saillies fortement accusées, marquaient un front très fuyant presque rudimentaire. L'aspect de la face antérieure de cette tête offrait une physionomie tout à fait archaïque, qui contrastait avec les caractères du crâne. Celui-ci, dont la capacité était relativement grande, possédait des parois peu épaisses; sa voûte pariétale, faiblement aplatie, surmontait un occiput à courbure quelque peu atténuée se prolongeant jusqu'au trou occipital, à position plutôt antérieure. Long de 210 mm., large de 145 et haut de 131, ce crâne était nettement dolichocéphale. Les dents, assez volumineuses et morphologiquement très humaines, étaient toutes cariées, fait non encore observé en Paléontologie humaine. Les os des membres droits et grêles rappelaient assez ceux des squelettes actuels.

L'Homme de Broken Hill, très analogue à celui de la Chapelle-aux-Saints (*Homo neanderthalensis*), mais plus archaïque par le profil de sa face, semble, par contre, plus évolué par le galbe de son crâne : il portait certainement la tête plus haute et plus droite que son congénère pléistocène d'Europe et tout dans son attitude révélait un Hominien se dressant dans la marche de toute la hauteur de sa stature : aussi A. S. Woodward a-t-il cru devoir en faire le type d'une nouvelle forme, *Homo rhodesiensis*.

La divergence qui se révèle ainsi entre les os de la face, d'une part, du crâne et des membres, d'autre part, lorsqu'on les compare à ceux des Hommes de Néanderthal, et surtout à ceux des Hommes actuels, n'est pas un fait nouveau pour l'histoire des Primates. *Pithecanthropus erectus* et *Homo Dawsoni*, si les divers ossements recueillis au Trinil et à Piltdown appartiennent, pour chacune de ces localités, à un même être, nous apparaissent comme offrant des caractères que l'on retrouve disjoints chez les types vivants. Ces deux espèces, comme *Homo rhodesiensis*, témoigneraient donc de l'extrême inconstance de l'évolution.

Dans le cas particulier des ossements de la Rhodésie, je verrais volontiers une liaison entre l'attitude de l'Homme et les conditions de la vie sud-africaine, bien différentes de celles de l'Europe quaternaire. Tandis que le milieu biologique subissait profondément chez nous l'emprise des

Fig. 11. — *Homo rhodesiensis* A. S. Woodward. — Crâne trouvé à Broken Hill, Rhodésie du Nord. — A, vue par la face antérieure. — B, vue par la face palatale. — C, vue de profil, 1/4 gr. nat. (d'après A. S. Woodward).

grandes extensions glaciaires, l'Homme devant se retirer dans les cavernes, dans l'Afrique méridionale, nos semblables ne furent sans doute jamais obligés de mener cette existence de reclus à laquelle furent condamnés les habitants de l'hémisphère nord au Pléistocène.

Une très importante question reste d'ailleurs à élucider : l'âge géologique du crâne de Broken Hill n'a pu, semble-t-il, être exactement défini.

Les ossements de Mammifères de la caverne révèlent une faune peu différente de celle qui vit aujourd'hui dans le pays ; cependant des découvertes antérieures paraissent indiquer la persistance dans l'Afrique australe, au Pléistocène, d'animaux comme les Mastodontes, qui ont disparu de nos pays dès la fin des temps tertiaires. La différence entre la faune quaternaire et la faune actuelle, dans cette contrée, doit être bien moins accusée que chez nous, où se sont succédé plusieurs phases glaciaires.

M. Boule [1] suggère que l'Homme de Broken Hill est peut-être post-pléistocène. Le type *Homo neanderthalensis* pris au sens large, en y comprenant *Homo rhodesiensis*, aurait disparu de l'Europe peu après la dernière grande glaciation, tandis qu'il aurait survécu, dans l'Afrique méridionale, jusqu'à une époque géologiquement proche de la nôtre. La découverte de Broken Hill est très intéressante au point de vue de la paléogéographie humaine. La remarquable extension dans la plus grande partie de l'ancien continent des types d'industrie lithique les plus anciens, Chelléen et Moustérien, avait conduit les préhistoriens à admettre des migrations étendues des formes humaines archaïques. La découverte de Broken Hill vient en apporter la confirmation en ce qui concerne l'Homme du Moustier ; quel que soit l'ancienneté du crâne de la Rhodésie, il n'en reste pas moins que *Homo neanderthalensis* s'est répandu depuis l'Europe jusqu'à l'Afrique du Sud, laissant peut-être, dans cette dernière contrée, des descendants qui n'ont guère évolué par la suite.

Cependant des Hommes analogues aux Nègres actuels existaient déjà en Afrique au Pléistocène, si l'on s'en rapporte aux caractères craniens révélés par les ossements découverts en 1914 à Boskop (Afrique orientale).

De même que dans nos pays, un type hominien, *H. Dawsoni*, dont le crâne rappelle celui des Européens actuels, a été le contemporain de *H. neanderthalensis*, de même en Afrique une forme humaine comparable aux Nègres a dû vivre côte à côte avec *H. neanderthalensis rhodesiensis*. Ces données témoignent à la fois de la très grande ancienneté des principales races d'*Homo sapiens* et de leur mise en place dans leur habitat actuel dès le Pléistocène. On peut dès lors se demander si *Homo neanderthalensis*, qui phylogénétiquement est tout à fait indépendant de *Homo sapiens*, ne serait pas le descendant, attardé au milieu de l'humanité quaternaire, d'un type tertiaire. Mais nous sommes ici dans le domaine de l'hypothèse pure et il faut attendre que les progrès si rapides faits en quelques années par la Paléontologie humaine aient encore franchi une nouvelle étape pour se prononcer sur ces passionnantes questions.

D'autres Hommes fossiles ont été récemment décrits des divers archipels du Pacifique occidental. De Java, le docteur Eugène Dubois[1] nous a fait connaître les deux crânes pléistocènes bien fossilisés de Wadjak qui rappellent ceux des Australiens modernes, mais avec une nuance plus archaïque, notamment en ce qui a trait à la forme du palais, comparable à celui de l'Homme de Néanderthal. L'aspect est robuste, la mandibule très massive et la capacité cranienne élevée (1.550 cm³).

Incontestablement bien différent de *H. neanderthalensis*, *H. wadjakensis* rentre dans le cadre de *H. sapiens*, dont il est sans doute l'un des représentants les plus archaïques. Proche parent des Australiens actuels, il est le premier type de ce groupe humain trouvé en dehors de la Nouvelle-Hollande et des îles adjacentes. Ce Proaustralien ne jalonnerait-il par la route suivie par les premiers envahisseurs de l'Australie ? A moins que les indigènes de ce continent ne représentent, comme l'a suggéré J. Matthew, le mélange de deux races : des Dravidiens (ou plus exactement des Prédravidiens) et des Tasmaniens. Ceux-ci, dont les derniers représentants se sont éteints en 1677, se rattachaient aux Négritos et seraient pour B. Spencer les plus anciens habitants de la Nouvelle-Hollande. Les Prédravidiens, venus d'Asie, seraient représentés sous leur forme la plus pure par l'Homme de Wadjak, qui pourrait être envisagé comme l'ancêtre non seulement des Australiens, mais aussi des éléments les plus archaïques des populations de la Malaisie.

Des îles Philippines, nous connaissons maintenant un crâne humain trouvé à 2 m. 50 ou 3 m. de profondeur dans le sous-sol de Manille au milieu des alluvions du rio Pásig, grâce à un récent mémoire de Domingo Sánchez y Sánchez[2]. Ce crâne, de forme générale ovoïde, est de taille relativement faible, quoique ayant appartenu à un adulte probablement de sexe féminin. La face, plutôt petite par rapport au volume du crâne, offre un prognatisme bien accusé. Par beaucoup de ses caractères métriques, le crâne fossile de Manille, que nul reste archéologique ne permet

1. Un nouvel Homme fossile. *La Nature*, n° 2489, 17 décembre 1921, p. 385-387, fig. 1-2.

1. Dubois (Eug.) : De proto-Australische fossiele Mensch van Wadjak (Java). *Koninkl. Akad. Wetensch. Amsterdam. Versl. Gewon. Vergad. Wis. Naturk. Afdeel*, XXXIX, 1920, p. 88-105, pl. I-II.

2. Un cràneo humano prehistórico de Manila (Filipinas) *Mem. Real. Soc. Españ. Hist. Nat.*, XI, n° 5ª, Madrid, 1921, p. 149-211, pl. I-IV.

malheureusement de dater, ne se réfère à aucun des types humains qui peuplent aujourd'hui les Philippines. Il semble indiquer une race qui s'éloigne plus des Négritos de cet archipel, que de certains indigènes à physionomie très archaïque des îles de la Sonde, d'Andaman, de l'Inde continentale, de la Nouvelle-Guinée et de l'Australie. Par contre cet Homme fossile rappelle le type des crânes de Négritos d'une ancienneté relative trouvés dans les grottes des Philippines et plus particulièrement celui d'un petit crâne de la caverne de Peñón de Coron (îles Calamianes).

La race à laquelle appartenait le crâne fossile de Manille peut être envisagée comme une race *prenegritos* (*Homo manillensis*), qui, dans l'hypothèse de W. Schmidt, serait la plus ancienne de toutes les races humaines.

Un certain nombre de squelettes humains associés à un outillage néolithique ont été récemment signalés de diverses localités du Japon par H. Matsumoto[1]. Presque tous les caractères communs à ces squelettes se retrouvent dans la population actuelle des Ainus ; beaucoup, d'ailleurs, de ces caractères du peuple du Japon à l'âge de pierre et des Ainus rappellent ceux des Hommes du Paléolithique récent et de certains Néolithiques d'Europe.

Les restes jusqu'à présent connus des anciens habitants de l'archipel japonais peuvent être groupés en trois types. Le *type d'Aoshima*, qui se trouve dans l'île principale et à Miyato, est un dolicho-mésocéphale modérément petit (1 m. 57 à 1 m. 62). Le *type nain de Miyato*, qui existe d'ailleurs aussi dans la grande île, est vraiment petit (1 m. 52 à 1 m. 57) ; généralement méso-brachycéphale, il est parfois brachycéphale, notamment dans la grande île. Le *type de grande taille de Tsukumo* (1 m. 67 à 1 m. 69), méso-brachycéphale, rappelle tout à fait par la longueur des os de ses membres inférieurs la race de Cro-Magnon, bien qu'apparaissant comme plus évolué sous bien des rapports. Le type nain de Miyato et celui de grande taille de Tsumoko sont très semblables à des Européens par les caractères de la face et spécialement par ceux des mâchoires et des dents : vraiment ils sont plus près que les Ainus des Européens.

On réunit généralement les Caucasiens, les Ainus et les Australiens en un grand groupe racial, où les Ainus se présentent comme beaucoup plus évolués que les Australiens et bien plus archaïques que les Européens.

Les anthropologistes modernes distinguent deux races d'Ainus à Hokkaido, l'une grande à tête allongée, l'autre petite à tête courte ; la première, à laquelle devraient être rapportés la plupart des Ainus des Kouriles et de Saghalin, correspondrait au type fossile d'Aoshima, tandis que la seconde se rattacherait au type fossile nain de Miyato.

Parmi les Japonais actuels, on peut séparer les quatre races d'Ishikawa, d'Okayama, de Chikuzen et de Satsuma. La première résulterait de la mongolianisation de survivants du type fossile de Miyato et la troisième d'une modification de même ordre subie par le type fossile de Tsukumo ; l'origine de la race de Satsuma n'a pas encore pu être définie ; enfin la race de Okayama, qui se rattacherait au type coréen du stock mongolique, n'aurait envahi le Japon qu'à la fin de l'âge de la pierre ou au début de l'âge du métal.

L. Joleaud,

Maître de Conférences de Paléontologie à la Faculté des Sciences de Paris.

1. Notes on the Stone Age People of Japan. *Americ. Anthrop.*, n. s., vol. 23, n° 1, 1921, p. 50-76, fig. 11-23.

BIBLIOGRAPHIE

ANALYSES ET INDEX

1° Sciences mathématiques

Williams (Kenneth P.), *Professeur à l'Université d'Indiana.* — **The dynamics of the Airplane.** — 1 *vol. in*-8° *de* 138 *p. avec* 50 *fig.* (*Prix cart.* : 13 *sh.* 6 *d.*). *Chapman et Hall, éditeurs, Londres,* 1921.

L'auteur a suivi en 1919 le cours de M. Marchis; son ouvrage constitue le développement des parties de ce cours qui ont particulièrement attiré son attention. Il ne le considère pas comme un traité complet de l'Aviation, mais comme un ouvrage destiné aux étudiants, s'intéressant aux questions de la dynamique de l'aviation.

Les huit chapitres du livre sont consacrés à l'étude des caractéristiques aérodynamiques des voilures, aux conditions du vol horizontal et oblique, au vol circulaire, à l'hélice, à la détermination des performances et aux questions de stabilité statique et dynamique.

Toutes ces matières sont traitées d'une façon élémentaire, sauf en ce qui concerne le chapitre de la stabilité dynamique, qui résume les travaux classiques des auteurs anglais sur ce sujet.

W. Margoulis.

2° Sciences physiques

Mie (G.). — **La Théorie einsteinienne de la Gravitation.** — 1 *vol. in*-12 *de* XII-120 *p.* (*Prix* : 4 *fr.* 50). *J. Hermann, éditeur, Paris,* 1922.

Dans son discours sur Duhem, lu à l'Académie des Sciences, le 12 décembre 1921, M. Picard a parlé « des théories atomiques de l'électricité, contenant, comme celle de Maxwell, plus d'une contradiction, qui entraînent aujourd'hui la Physique, avec une vitesse *vertigineuse*, dans des voies nouvelles ». Je suppose que M. Picard faisait allusion à la théorie de la relativité : après Einstein c'est Weyl, puis c'est Eddington... Cette vitesse vertigineuse rend indispensables les ouvrages de haute vulgarisation. Bien certainement, un homme de science n'aura jamais l'illusion qu'un ouvrage de vulgarisation procure le savoir aux indolents. Néanmoins, un beau livre de vulgarisation est très utile pour précéder l'initiation et la faciliter. Ceux qui ouvriront le livre de M. Mie ne le fermeront qu'après en avoir achevé la lecture, car ce n'est point un exposé servile de la théorie d'Einstein; c'est un exposé personnel, critique.

Je signale les pages (40-46) relatives à l'éther, et les pages (57-62) concernant la théorie de la gravitation, qui définirait le potentiel de gravitation, non plus par un nombre unique, mais par un *tenseur* à 4 dimensions, correspondant à 10 nombres.

En particulier, ce nouveau *potentiel tensoriel* devient nécessaire « pour rendre compte d'une réfraction de la lumière dans un champ de gravitation » (p. 77).

Il y a une remarque à faire, au sujet de ce phénomène, et nous la ferons ultérieurement.

On verra (p. 74) comment M. Mie définit le Principe de la relativité des actions de gravitation, et (p. 86) ce qu'il nomme « principe généralisé ».

Puis il explique pourquoi le physicien est tenté de préférer le « principe », redoutant de trouver un peu de fantaisie algébrique dans le « principe généralisé ».

Sur un exemple, fort bien choisi, il montre comment Einstein (p. 99) offre un grand nombre de descriptions géométriques de notre univers, mais qui n'ont pas toutes la *même valeur* pour le physicien (p. 100).

Il est agréable de rencontrer un savant qui, sans diminuer la valeur exceptionnelle de l'initiative d'Einstein, réclame, en physicien, une limitation au libre jeu de la spéculation.

Il me semble que le petit livre de M. Mie est extrêmement remarquable et confirme cette impression qu'une Physique théorique plus unie, plus harmonieuse est en formation.

Mais, si ceux qui ne sont pas spécialement qualifiés pour porter un jugement ont aussi, peut-être, plus d'indépendance, j'oserai faire une observation.

M. Mie tient-il pour définitivement acquises les *vérifications astronomiques* de la théorie d'Einstein, vérifications de haute portée (pages 71 et 78). Les croire complètement faites, n'est-ce pas aller un peu vite, à une vitesse vertigineuse?

Actuellement, les vérifications sont en concordance avec la théorie, au point de vue du sens de la variation, plutôt que numériquement [1].

Le traducteur, M. Rossignol, a écrit, à la fin de l'ouvrage, une Note sur les travaux originaux de Mie, sur le postulat de Mie, relatif au continuum « espace-temps ». On a, une fois de plus, l'impression que rien n'est encore stable, que la fermentation des idées est puissante, qu'il en sortira des faits nouveaux, quel que soit le sort des théories relativistes.

Chacun y trouve son intérêt : Le mathématicien rencontre la Géométrie de Riemann, de Levi-Civita, les Crochets de Christoffel, qui ne s'attendaient pas à jouer ce rôle. Le physicien attend des vérifications numériques, qui seront des faits.

Le philosophe trouve une occasion merveilleuse de voir le jeu de la méthode scientifique, précisément parce que l'idée-maîtresse d'Einstein a consisté, non pas à *greffer* une hypothèse sur une branche puissante, mais à remonter jusqu'aux racines profondes, à modifier les *postulats primitifs* de la Physique.

L'affaire étant de grande envergure, l'esprit scientifique nous commande, non point l'admiration béate, mais une patience attentive et active.

Avec la Relativité restreinte (le champ de la gravitation étant exclus), nous avons la meilleure synthèse de l'Optique et de l'Electromagnétisme, pour les systèmes au repos ou en translation rectiligne et uniforme.

1. Voir E. Esclangon : Les preuves astronomiques de la relativité, Gauthier-Villars, 1922.

Avec la Relativité générale, et le principe de l'indifférence du mouvement du système de référence au point de vue de l'expression mathématique des Lois, nous aurions découvert une parenté entre les phénomènes de gravitation et les phénomènes électro-optiques.

Mais, tout cela ne se fait pas en un jour, et on attend une clarté meilleure, émerveillé et séduit par l'habileté géniale de l'imagination scientifique d'Einstein.

R. D'ADHÉMAR,
Ingénieur des Arts et Manufactures,
Docteur ès Sciences.

Thomson (Sir. J. J.), F. R. S. — **Rays of Positive Electricity and their application to chemical Analysis.** 2e *Edition.* — 1 *vol. in*-8° *de* x-237 *p. avec* 43 *fig. et* 9 *pl. de la collection* : Monographs on Physics (*Prix cart.* : 16 *sh.*). *Longmans, Green and Co., éditeurs, Londres*, 1921.

Parmi les ouvrages récemment parus et consacrés à des questions de Physique moderne, aucun peut-être ne permet plus facilement de mesurer les remarquables progrès accomplis depuis quelques années dans le domaine des radiations, que le livre du professeur J. J. Thomson. La première édition avait été publiée en 1913 et analysée dans la *Revue* du 15 avril 1914 (tome XXV, page 719). L'édition actuelle, qui est la se conde, a un volume presque double de celui de la première ; le nombre des chapitres a passé de 17 à 39, car tout un ensemble de travaux récents et importants ont dû trouver leur place dans l'ouvrage entièrement remanié.

L'auteur a naturellement consacré une place étendue à la description de la méthode d'analyse des rayons positifs par l'action simultanée d'un champ électrique et d'un champ magnétique. Cette méthode, dont il est l'auteur, avait déjà donné entre ses mains de très beaux résultats sur la chimie des tubes à vide. Mais elle a pris une ampleur tout à fait remarquable avec les travaux d'Aston, l'un de ses élèves. Ce physicien, grâce à d'ingénieux perfectionnements dans les dispositifs expérimentaux, a réussi non seulement à mettre hors de doute l'existence de nombreux isotopes, tels que ceux du néon, du bore, du chlore, du silicium, etc., mais encore à créer une technique de détermination des poids atomiques dont la précision paraît égale, sinon supérieure, aux meilleures méthodes chimiques.

Il y a là les éléments d'une véritable révolution dans l'étude de la structure des atomes et des molécules, ou, tout au moins, d'une méthode d'analyse dont la puissance paraît réellement surprenante. Tous ces travaux sont exposés et discutés par le professeur J. J. Thomson avec la clarté et la profondeur qui lui sont coutumières et la lecture de ces chapitres est hautement suggestive. On trouvera également une foule de vues originales à l'occasion de l'exposé des travaux relatifs aux rayons anodiques, à l'effet Doppler des rayons positifs, aux phénomènes physiques qui accompagnent la décharge (absorption des gaz, désintégration des électrodes, etc.).

Les lecteurs de la première édition auront autant de plaisir que de profit à étudier un ouvrage qui est en réalité presque nouveau.

EUGÈNE BLOCH.

3° Sciences naturelles

Association de Géographes français. XXVe-XXIXe Bibliographie Géographique (1915-1919), *faisant suite à la* Bibliographie Géographique annuelle des « *Annales de Géographie* ». *Publiée sous la direction de* **Elicio Colin,** *avec le concours de nombreux collaborateurs.* — 1 *vol. in*-8° *de* 446 *p. Librairie Armand Colin, Paris*, 1921.

La *Bibliographie Géographique annuelle* des *Annales de Géographie*, qui présentait déjà une suite de vingt-quatre années, avait malheureusement été suspendue pendant la guerre, en raison des difficultés qui avaient surgi à ce moment. Il était tout à fait désirable que cette publication pût reprendre vie, et elle y est parvenue, grâce à la formation de l'Association de Géographes français que préside M. Lucien Gallois, professeur à la Sorbonne, le but principal de cette société ayant été de se consacrer à cette œuvre.

Jusqu'en 1915, date à laquelle avait paru la XXIIIe-XXIVe Bibliographie pour 1913-1914, c'est M. Louis Raveneau qui avait conduit ce travail avec le plus entier dévouement ; aujourd'hui c'est M. Elicio Colin qui s'en est chargé à sa place. Pour revenir à la publication annuelle régulière, il fallait combler la lacune. En 1921, on a donné en un volume toute la série de 1915 à 1919, cette année paraîtra la Bibliographie de 1920-1921.

Cette longue série bibliographique présente une documentation du plus haut intérêt non seulement au point de vue de la géographie proprement dite, mais en ce qui concerne les sciences nombreuses auxquelles touche la géographie. Autant dans la partie générale que dans la partie régionale de la Bibliographie, nous voyons constamment cités des ouvrages intéressant les sciences. Dans la partie générale, il se trouve un certain nombre de sections spécialement consacrées à des matières scientifiques, telles que la géographie mathématique et la physique ; dans cette dernière, la géologie occupe une grande place, et il faut ajouter aussi la météorologie, la botanique, la zoologie. Dans la partie régionale, on rencontre pour chaque pays des ouvrages souvent nombreux traitant de tous les sujets scientifiques les plus variés

L'ouvrage est établi avec beaucoup de méthode et de clarté; les recherches peuvent y être faites avec une grande facilité. Pour le plus grand nombre des ouvrages, leur énoncé est suivi d'analyses qui, bien que très réduites comme étendue, éclairent utilement sur leur contenu.

G. REGELSPERGER.

Maquenne (L.), *Membre de l'Institut, Professeur au Muséum d'Histoire naturelle.* — **Précis de Physiologie végétale.** — 1 *vol. in*-16 *de* 175 *p. de la Collection Payot* (*Prix cart.* : 4 *fr.*). *Payot et Cie, éditeurs, Paris*, 1922.

Cet exposé succinct, très à jour des données récentes, se rapporte exclusivement à la Physiologie chimique de la nutrition des plantes. L'auteur a même laissé de côté certaines questions qui sont liées assez intimement à la vie chimique des organismes végétaux : celles qui relèvent par exemple du parasitisme et des associations

biologiques en général. A plus forte raison n'est-il pas question de la reproduction et de la physiologie des mouvements chez les plantes qui, pourtant, sont aussi liées souvent à des phénomènes chimiques.

Ayant travaillé personnellement beaucoup des questions générales de Chimie végétale, l'auteur présente un exposé qui domine facilement l'ensemble du sujet : il voit dans les diastases et leurs actions de catalyse les agents essentiels et moteurs des analyses et des synthèses dont la cellule végétale est le siège. Le chapitre de l'assimilation des matières minérales est parmi les plus documentés. On y touche aux questions de toxicité, d'antitoxicité et des influences dites des infiniment petits chimiques. Ceux qui actuellement parlent de la prétendue légende de la toxicité du cuivre métallique pourront y trouver (p.107) l'avis d'un savant qui a travaillé la question, qui cite ses auteurs et justifie l'opinion encore debout de la toxicité des ions métalliques, parfois à doses infinitésimales.

Nous avons trouvé dans le présent ouvrage un reflet des claires et suggestives leçons dont nous gardons le souvenir, et que recevaient déjà il y a 30 ans les anciens auditeurs de M. Maquenne dans l'amphithéâtre du Muséum. Ce petit manuel, excellent résumé, sera certainement recherché des étudiants en Botanique et en Physiologie.

Edmond Gain,
Professeur à la Faculté des Sciences
de l'Université de Nancy.

Kofoïd (Charles-Atwood) et **Swezy** (Olive). — **The free-living unarmored Dinoflagellata.** — (Memoirs of the University of California, t. VI.) — 1 *vol. in-4° de* VIII-562 *p. avec* 388 *fig. et* 12 *pl.* (*Prix* : 12 *doll.* 50 *c.*). *University of California Press, Berkeley*, 1921.

Les Dinoflagellés constituent un des groupes les plus intéressants d'êtres vivants, ne serait-ce d'abord que par cette alternative : sont-ce des végétaux ou des animaux ? des algues ou des protozoaires ? Kofoïd et Swezy examinent la question, en lui accordant l'importance qu'il convient, et concluent pour la deuxième solution. On sait que le critère en définitive le moins mauvais pour distinguer, dans les cas douteux, l'« animal » du « végétal » est le mode de nutrition. Or « on trouve que les Dinoflagellés présentent tous les types de nutrition connus dans les autres groupes d'organismes vivants » (holophytique, saprophytique, holozoïque, parasitique). Kofoïd et Swezy n'admettent pas que le mode saprophytique soit nécessairement, au moins en ce qui concerne les Protozoaires, un indice de dégénérescence et remarquent que les modes opposés peuvent se rencontrer jusque dans le même organisme (*Amphidinium*, *Gymnodinium*, etc.). Ils s'élèvent contre l'opinion de West, qui place les Dinoflagellés parmi les Algues et disent : « Son estimation que « 90 °/o d'entre eux sont de vrais organismes végétaux à nutrition holophytique » peut être vraie des formes d'eau douce, mais ne peut certainement s'appliquer aux Gymnodinioïdés [Dinoflagellés inermes] ni aux formes marines de profondeur, chez lesquels le mode saprophytique tend à prévaloir. »

Laissant de côté les Gymnodinioïdés parasites [*Blastodiniidæ* K. et Sw.], pour lesquels ils renvoient aux beaux travaux du Professeur Chatton, de l'Université de Strasbourg, Kofoïd et Swezy s'occupent des Dinoflagellés inermes libres. Leur travail a d'autant plus d'importance que ces êtres, d'une délicatesse extrême, ne se peuvent en aucune manière conserver en collections et qu'il n'est qu'un moyen de les étudier : sur le vivant. Il ne faut pas entendre par là le vivant immobilisé par tel procédé mécanique ou chimique, mais l'organisme vivant en action. Fort heureusement les auteurs de ce bel ouvrage étaient pourvus d'excellents moyens d'investigation, dans une région (à La Jolla, Californie) très favorable, — et ils ont fait preuve d'un talent admirable.

Leur travail peut se diviser naturellement en deux parties : les huits premiers chapitres forment une Partie générale et les douze suivants une Partie spéciale. La seule énumération des chapitres suffira déjà à donner une bonne idée de tout ce que renferme la première partie, où chaque sujet est traité à fond et passé au crible d'une critique serrée et judicieuse : *Morphologie générale* : taille et forme, — organites moteurs, — sillons et torsion du corps ; — II. Noyaux, — vacuoles, — ocelles, — nématocystes ; — III. *Différenciation cytoplasmique* : coloration, — différenciation superficielle ; — IV. *Physiologie* : l'« eau rouge », — nutrition, — réactions aux stimuli, — luminescence ; — V. *Organologie comparative* : ocelles, — vacuoles, — nématocystes ; — VI. *Cycles vitaux* : effets du parasitisme sur le cycle vital, — division binaire et multiple, — enkystement, — sexe ; VII. *Evolution* : affinités, — dérivation, — développement à l'intérieur du groupe, — évolution structurale, — nutrition et évolution, — relations avec les Métazoaires [les auteurs voient dans la présence de nématocystes et de tentacules chez certains Dinoflagellés un rapprochement possible avec les Cœlentérés] ; — VIII. *Distribution* : distribution locale, — historique, — discussion.

Le chapitre IX est consacré à établir la classification adoptée, en grande partie nouvelle et basée sur les faits suivants : le g. *Pyrocystis* Murray n'est qu'une phase dans le cycle vital d'autres Dinoflagellés : la fameuse Noctiluque [*Noctiluca* Surray], à laquelle on attribuait abusivement toute la phosphorescence de la mer, est retirée des Cystoflagellés de Hæckel pour former avec le nouveau genre *Pavillardia* [1] la famile des Noctilucidés, parmi les Dinoflagellés. Les chapitres suivants sont consacrés à l'étude détaillée des genres et des espèces, ils sont superbement illustrés de nombreuses figures en noir dans le texte et de douze planches en couleurs.

Cet ouvrage de Kofoïd et Swezy est une des plus belles acquisitions de la Science. Il fera aussi bien l'admiration des botanistes que celle des zoologistes. Les auteurs ne disent-ils pas : « La grande fonction fondamentale de la nutrition n'a pas atteint, chez les Dinoflagellés, ce degré de différenciation qui délimite les règnes animal et végétal. » Mais ces organismes, qui ne sont ni animaux ni végétaux — ou qui sont, peut-être plutôt, les deux à la fois, — « forment une part extrêmement importante du monde vivant marin, source du fonds nutritif primitif de la mer, aussi bien par le nombre des individus que par la masse des substances vivantes produites ».

Jean Delphy.

1. Dédié au Professeur Pavillard, de l'Université de Montpellier.

ACADÉMIES ET SOCIÉTÉS SAVANTES
DE LA FRANCE ET DE L'ÉTRANGER

ACADÉMIE DES SCIENCES DE PARIS

Séance du 22 Mai 1922

M. le Président annonce à l'Académie le décès de M. **A. Laveran**, membre de la Section de Médecine et Chirurgie.

1° Sciences mathématiques. — M. **S. Sarantopoulos** : *Sur les fonctions croissantes positives.* — M. **Th. Varopoulos** : *Sur quelques théorèmes de M. Borel.* — M. **R. Nevanlinna** : *Sur les relations qui existent entre l'ordre de croissance d'une fonction monogène et la densité de ses zéros.* — M. **J. Andrade** : *Sur trois classes de mouvements vibratoires non entretenus.* — M. **Eug. Pagézy** : *Sur la forme optimum à donner aux hélices propulsives.* L'auteur démontre que la véritable hélice optimum est celle dont le pas analytique reste rigoureusement constant. — M. **P. Fatou** : *Sur le mouvement d'une planète dans un milieu résistant.* — M. **P. Chofardet** : *Observations de la comète Skjellerup* (1922 a), *faites à l'équatorial coudé de l'Observatoire de Besançon.* — M. **A. Schaumasse** : *Observations de la comète Skjellerup* (1922 b) *faites à l'équatorial coudé de l'Observatoire de Nice.*

2° Sciences physiques. — M. **Ph. Flajolet** : *Perturbations de la déclinaison magnétique à Lyon pendant l'année* 1920-1921. La comparaison avec l'année précédente montre une diminution très sensible des perturbations. — M. **A. Andant** : *Sur les variations de l'opalescence critique avec la température et la longueur d'onde de la lumière incidente.* La théorie de Smoluchowski-Einstein, qui prévoit la proportionnalité de l'opalescence à $(T-\theta)^{-1}$, est vérifiée, mais jusqu'à 0°,20 environ de θ seulement. La théorie d'Einstein, qui prévoit la proportionnalité de l'opalescence à λ^{-4}, se vérifie jusqu'à 0°,15 du point du critique ; au point critique même, il y a proportionnalité à λ^{-2}. — M. **Edm. Bauer** : *Sur le champ électromagnétique des trajectoires stationnaires de Bohr.* L'auteur démontre, par deux raisonnements différents, que, si les trajectoires stationnaires de Bohr n'émettent aucune onde, leurs champs à grande distance doivent être constants. — M. **Aug. Frigon** : *Etude expérimentale sur les pertes d'énergie dans quelques diélectriques industriels.* Les pertes par effet Joule sont négligeables devant les pertes cycliques. En fonction de la température, les pertes peuvent s'exprimer par une fonction de la forme $P = mT^n$. En fonction de la tension, on trouve de même $P = mV^n$. — M. **A. Dauvillier** : *Sur les séries L du lutécium et de l'ytterbium et sur l'identification du celtium avec l'élément de nombre atomique* 72. L'auteur a étudié en détail les séries L du lutécium et de l'ytterbium, contenus à l'état d'oxydes dans une préparation de M. Urbain. En outre, il a reconnu de très faibles lignes démontrant la présence d'une trace de thulium dans ce mélange. De plus, deux lignes très faibles démontrent l'existence d'une trace de celtium et lui assignent le nombre atomique 72. — M. **G. Urbain** : *Les numéros atomiques du néo-ytterbium, du lutécium et du celtium.* Grâce aux spectres de haute fréquence, on peut attribuer sans ambiguïté à ces éléments les numéros atomiques suivants : Yb, 70 ; Lu, 71 ; Ce, 72. — MM. **A. Boutaric** et **M. Vuillaume** : *Floculation du sulfure d'arsenic colloïdal. Influence de la concentration du colloïde, de l'agitation et de la température.* Pour quelques électrolytes la vitesse de floculation augmente avec la concentration du colloïde ; pour d'autres elle diminue. L'influence de l'agitation et celle de la température se manifestent également dans des sens opposés suivant la nature de l'électrolyte. — M. **E. Berger** : *Sur la réduction des oxydes par l'hydrogène.* La courbe de vitesse de réduction d'un oxyde, lorsqu'il existe des oxydes intermédiaires *stables à la température de l'expérience*, peut présenter des coudes au passage de ces oxydes. Par contre, l'existence d'un coude dans la courbe de vitesse de réduction ne paraît pas signifier forcément la formation d'un composé intermédiaire : c'est le cas de NiO. — M. **A. Damiens** : *Sur l'allotropie « dynamique » du tellure.* La densité du tellure obtenu par vaporisation (6,310) est invariable à toute température. La densité des autres produits paraît plus faible parce que, en raison de leur mode de production, ils sont légèrement poreux. Il n'y a pas d'allotropie dynamique du tellure. — MM. **P. Urbain** et **G. Urbain** : *Extraction et purification du scandium de la thorvéitite de Madagascar.* Les auteurs ont extrait le scandium en se basant sur la faible solubilité du sulfate double de K et de Sc, dans une solution saturée de sulfate de K. Le sel double est ensuite transformé par l'ammoniaque en hydroxycarbonate de Sc, puis ce dernier en hydrate et enfin en acétylacétonate qu'on dissout dans le chloroforme. — M. **A.-A. Guntz** : *Sur le sulfure de zinc phosphorescent.* La structure cristalline paraît jouer un rôle important dans la phosphorescence du sulfure de zinc, rôle mis en évidence par la durée différente de la luminosité des deux variétés (la phosphorescence de la wurtzite est plus persistante que celle de la blende), et par le fait connu que leur pulvérisation supprime presque totalement leur émission lumineuse. — MM. **A. Job** et **J. Reich** : *Essai d'extension systématique de la préparation des organo-métalliques. Application à l'iodure de fer-éthyle.* Les auteurs ont fait réagir le dérivé organozincique sur un grand nombre de chlorures métalliques et ont obtenu les dérivés organo-métalliques correspondants. Avec C^2H^5ZnI et FeI^2, ils ont préparé l'iodure de fer-éthyle C^2H^5FeI. C'est un réactif modéré, qui avec l'alcool absolu donne de l'éthane et de l'iodo-éthylate ferreux. — MM. **Clément** et **Rivière** : *Essais de fabrication synthétique des nacres par production de réseaux chimiques.* La nacre possède une charpente alvéolaire constituée par un albuminoïde, entre les montants de laquelle se dépose du carbonate de calcium. En opérant la précipitation du carbonate de calcium dans un milieu colloïdal albuminoïdique, étalé sur

une plaque de verre, les auteurs ont obtenu des plaques nacrées. — MM. **A. Helbronner** et **W. Rudolfs** : *L'attaque des minerais par les bactéries.* Certaines bactéries convertissent la blende en sulfate de zinc. Le zinc solubilisé n'empêche pas l'action ultérieure des bactéries. La présence du soufre favorise l'oxydation. Les bactéries de Lippmann produisent suffisamment d'acide sulfurique pour solubiliser les silicates et le carbonate naturels de zinc. Dans les minerais de zinc et de plomb, le zinc est solubilisé à l'exclusion du plomb.

3° Sciences naturelles. — M. **J. Costantin** : *Sur les croix de Malte présentées par les bois soumis à des traumatismes.* Les auteurs ont observé sur la section de certaines tiges d'arbres une croix de Malte d'un brun noirâtre. Ils montrent que cette apparence extraordinaire est la conséquence d'un traitement connu que ces tiges ont subi en vue de l'obtention de cannes, manches de parapluie, de porte-plume, etc. — M. **A. Petit** : *Sur la nocuité du terreau de fumier.* L'action nocive du terreau de fumier sur certaines plantes est due en grande partie à la présence de substances solubles nuisibles. L'argile, qui possède un pouvoir absorbant élevé, a la faculté de fixer la substance nuisible du terreau et de la rendre ainsi inoffensive pour les plantes. — MM. **Cl. Vaney** et **J. Pelosse** : *Relations entre le sang et la coloration du cocon chez le* Bombyx mori. La matière colorante de la soie du *Bombyx mori* paraît dériver du sang. Si l'on fait absorber aux vers à soie des feuilles de mûrier recouvertes de certaines matières colorantes, on obtient des cocons présentant à peu près la même teinte. — M. **E. Fauré-Frémiet** et Mlle **H. Garrault** : *Constitution de l'œuf de Truite* (Trutta fario). L'œuf de truite renferme environ 25 % de vitelline, 20 % de corps gras (glycérides, phosphatides, cholestérine), un peu d'hydrates de carbone, du calcium, etc. — MM. **P. Portier** et **M. Duval** : *Variation de la pression osmotique du sang des Poissons Téléostéens d'eau douce sous l'influence de l'accroissement de salinité de l'eau ambiante.* La pression osmotique du sang de la Carpe augmente à mesure que l'eau environnante s'enrichit en sels; mais elle augmente moins vite que celle du milieu extérieur. Le poids du poisson diminue à mesure que la teneur en sels du milieu augmente. — M. **A. Policard** et Mlle **J. Tritchkovitch** : *Sur la fixation directe des graisses par les glandes sébacées.* Les auteurs établissent, par des expériences de coloration, l'existence d'une fixation directe, sans dislocation préalable, des graisses absorbées au niveau de l'intestin. — MM. **H. Cardot** et **H. Laugier** : *Le réflexe linguo-maxillaire* (ultimum reflex). Les auteurs apportent de nouvelles preuves, directe et indirecte, de l'existence de ce réflexe (voir p. 224). — M. **G. Bidou** : *Compas d'orientation du pied.* Ce compas mesure : les attitudes du pied par rapport à la jambe ; les variations d'angles en trois plans : horizontal, vertical et frontal, ce qui permettra de rétablir pour le malade une base de sustentation physiologique, par la correction appropriée des difformités établies scientifiquement. — MM. **L. Fournier**, **C. Levaditi**, **A. Navarro-Martin** et **A. Schwartz** : *Action préventive, dans la syphilis, du dérivé acétylé de l'acide oxyaminophénylarsinique (sel de soude).* Les expériences sur les animaux montrent que le 190, administré *per os*, 2 h., 5 h., 6 h., 12 h., 24 h., 2 jours et même 7 jours après l'infection spirochétienne, agit préventivement. Les essais sur l'homme confirment ces données expérimentales : ils prouvent que, à la dose de 2 gr., administrée 5 h. après une infection massive, le 190, pris par la bouche, met à l'abri de la contamination.

SOCIÉTÉ FRANÇAISE DE PHYSIQUE

Séance du 5 Mai 1922

M. **Maur. de Broglie** : *Nouvelles recherches sur les corpuscules rapides extraits des atomes par les rayons X.* L'auteur présente un appareil agrandi et muni de divers perfectionnements pour enregistrer les spectres magnétiques des rayons β excités dans les atomes par les rayons X. Sur le cliché, les raies correspondant à un rayon R de trajectoire dans le champ magnétique se trouvent à une distance du milieu de la fente égale à $x = \sqrt{4R^2 \cos^2 \varphi - a^2}$, si φ est l'angle compris entre la direction initiale des corpuscules et la direction qui joint le radiateur au centre de la fente, a étant la distance de la fente au radiateur. L'auteur discute les propriétés géométriques qui découlent de cette expression et indique que les conditions de dispersion maxima correspondent à des corpuscules de faible énergie restante et à des champs magnétiques faibles, cette dernière condition conduisant à donner à l'appareil de grandes dimensions et à employer un champ magnétique uniforme sur une grande étendue. M. de Broglie projette un certain nombre de clichés obtenus avec ces nouveaux disposifs ; l'un de ces clichés montre notamment comment, en agissant par filtration sélective sur l'une des lignes du spectre X incident, on peut caractériser dans le spectre β secondaire celles des raies qui sont excitées par la radiation considérée; d'autres se rapportent à des expériences d'absorption sur le fond continu de rayons β qui se manifeste dans les spectres magnétiques. — M. **Predhumeau** : *Appareil de stéréotopométrie.* Les appareils constituant ce système permettent de relever sur le terrain une paire de photographies stéréoscopiques prises à terre, les axes des objectifs étant horizontaux et parallèles, et de transformer ces photographies en plans cotés ou à courbes de niveau que l'on rapporte à une échelle quelconque et que l'on trace d'un trait continu. Ces plans sont surtout nécessaires pour les études de travaux publics.

SOCIÉTÉ CHIMIQUE DE FRANCE

Séance du 12 Mai 1922

M. **C. Matignon** et Mlle **G. Marchal** : *La transformation du formiate de soude en oxalate.* En 1916, le prix de l'acide oxalique s'étant élevé à 16 fr. le kg. (il coûtait 0 fr. 70 en 1914), il était intéressant de relier la préparation de cet acide à la production synthétique de l'acide formique à partir de l'oxyde de carbone et de la soude. Les auteurs reprirent l'étude de la décomposition du formiate de soude par la chaleur, faite déjà en 1880 par Merz et Weith, qui a lieu suivant les

deux réactions suivantes : $2HCO^2Na = H^2 + CO + CO^3Na^2$; $2HCO^2Na = H^2 + C^2O^4Na^2$. Ils opérèrent avec du formiate de soude pur et du formiate à 90 °/₀, à une température de 440° C., dans le vide, dans l'air et en présence de catalyseurs [NaOH, KOH, CO^3Na^2]. Ils arrivèrent aux conclusions suivantes : 1° La réaction est très rapide ; 2° Le vide n'améliore pas sensiblement le rendement en oxalate, surtout en présence de catalyseurs ; 3° Le formiate pur donne un rendement en oxalate de 47-57 °/₀ ; 4° La soude et la potasse favorisent la transformation en oxalate, la proportion à recommander paraît être de 2 °/₀ de soude (rendement 90 °/₀) ; 5° Le formiate commercial, contenant 1,38 °/₀ de soude, donne un rendement en oxalate plus élevé (70 °/₀) que le formiate pur ; 6° Le carbonate de soude n'a pas d'action catalytique, ce qui était à prévoir puisqu'il s'en forme dans la décomposition. Des essais industriels furent entrepris, mais ils ont été interrompus par suite de la baisse du prix de l'acide oxalique pendant le deuxième semestre de 1916. — M. **M. Delépine** : *Autoxydation des composés sulfurés organiques.* M. Delépine rappelle que certains composés sulfurés organiques à soufre doublement lié possèdent l'oxyluminescence, par suite de leur autoxydation spontanée à l'air, à la température ordinaire. Il expose les singularités de ces autoxydations, dont la plus remarquable est certainement qu'il n'y a jamais oxydation intégrale et même qu'il n'y a qu'une petite partie de la vapeur qui s'oxyde. De là découlent des expériences nombreuses dont il donne le détail. Il signale enfin qu'il y a des substances empêchantes, comme l'éther, l'aldéhyde, d'autres indifférentes, comme l'alcool, et d'autres encore excitantes, comme l'acide acétique. Il pense que le corps autoxydable est lui-même son antioxygène, lorsque sa dose est suffisante. La tension de vapeur des corps sulfurés à la température ordinaire serait plus que suffisante pour arrêter l'autoxydation. M. **Ch. Moureu**, au nom de M. **Dufraisse** et au sien, profite de l'occasion offerte par la communication de M. Delépine pour faire connaître quelques résultats d'expériences du même ordre que poursuivent les deux auteurs : 1° L'hydroquinone, la pyrocatéchine, le gaïacol, ne semblent pas exercer une action appréciable sur la phosphorescence du thiosulfocarbonate de méthyle ; 2° Si l'on agite de petits fragments de phosphore avec de l'eau pure et de l'air dans un flacon à l'obscurité, l'atmosphère du flacon devient aussitôt phosphorescente, et ce phénomene bien connu persiste aussi longtemps que dure l'agitation. En remplaçant dans cette expérience l'eau pure par des solutions aqueuses d'antioxygènes (hydroquinone, pyrocatéchine, gaïacol, etc.), on observe que la phosphorescence n'est plus continue ; elle apparaît de temps en temps sous forme d'éclairs, les intervalles étant d'autant plus longs (quelques minutes et plus) et la durée de l'éclair d'autant plus courte que les antioxygènes mis en œuvre sont plus actifs et leurs solutions plus concentrées.

SOCIÉTÉ DE BIOLOGIE

Séance du 13 *Mai* 1922

MM. **C. Levaditi** et **S. Nicolau** : *Rôle de l'épilage dans la localisation cutanée de la vaccine.* L'arrachement des poils détermine une prolifération régénérative des épithéliums des bulbes pileux et de la couche de Malpighi. L'état mitotique de ces cellules fait que le virus se fixe sur elles et s'y multiplie, en provoquant en même temps un développement intense des épithéliums cutanés avant de les nécroser et de les transformer en pustules. — M. **Cl. Regaud** : *La radiosensibilité des néoplasmes malins dans ses relations avec les fluctuations de la multiplication cellulaire.* La radio-destruction des éléments les plus résistants d'un cancer exige souvent des doses de rayonnement telles qu'elles sont difficilement compatibles avec le minimum d'intégrité dû aux tissus normaux de la région malade. L'auteur indique une solution de ce problème dans une distribution chronologique de l'irradiation, adéquate aux conditions de la reproduction cellulaire. — MM. **J. P. Langlois** et **A. Mourgeon** : *Les variations de la tension artérielle suivant les attitudes avant et après l'exercice.* Un exercice bien dosé modifie très peu les réactions cardiaques et vasculaires. L'indice oscillométrique, par contre, est abaissé par ce même exercice modéré. — MM. **Pasteur Vallery-Radot** et **J. Haguenau** : *Absorption de l'antipyrine par voie stomacale.* La ligature du pylore n'empêche pas l'antipyrine de passer dans la circulation générale ; l'absorption peut donc s'effectuer par la muqueuse stomacale. — M. **H. Vincent** : *Sur la nature de la bronchite sanglante.* Dans toutes les préparations miscroscopiques de crachats de bronchite sanglante examinées par l'auteur, il a constaté l'association du *Bacillus fusiformis* et d'un Spirochète. — MM. **J. Camus** et **G. Roussy** : *Hypophysectomie chez le chien et le chat.* Les auteurs ont pratiqué 149 fois cette opération. La mort est fréquente dans toutes les opérations sur la région hypophysaire. Toutefois, ils ont conservé en vie des chiens complètement privés d'hypophyse (ablation totale vérifiée par l'examen histologique). — MM. **M. Labbé**, **H. Labbé** et **P. Nepveux** : *L'hyperglycémie provoquée chez les basedowiens.* L'épreuve de l'hyperglycémie provoquée et la mesure du métabolisme basal ont une grande valeur pour le diagnostic des états d'hyperthyroïdie.

M. **Babonneix** est élu membre titulaire de la Société.

Séance du 20 *Mai* 1922

MM. **R. Sazerac** et **C. Levaditi** : *Action de certains dérivés phénoliques du bismuth sur la syphilis.* Le bismuthopyrogallate de sodium fait disparaître les spirochètes assez rapidement et guérit les lésions syphilitiques chez le lapin à des doses qui ne semblent pas toxiques. — MM. **L. Launoy** et **A. Falque** : *Application de la réaction de l'antiprotéase à l'identification de souches de* Proteus. Tous les germes de cette espèce — quelles que soient les modifications morphologiques ou les changements d'habitat de ces germes par rapport au germe type — sécrètent une même diastase, identifiable par l'antidiastase homologue spécifique (antiprotéase). — MM. **J. Camus**, **G. Roussy** et **A. Le Grand** : *Etude anatomo-pathologique des lésions expérimentales provoquant le syndrome polyurique et le syndrome adiposogénital chez le chien.* Le syndrome

polyurique relève non d'une lésion hypophysaire, mais bien d'une lésion superficielle de la région du *tuber cinereum*, plus exactement les noyaux propres du *tuber* dans leur région moyenne et antérieure. — M. **H. Piéron** : *La règle de van't Hoff et les temps de réaction des Actinies.* La vitesse de la réaction d'épanouissement des Actinies à l'agitation continue de l'eau s'est montrée indépendante de la température, malgré la simplicité de ces organismes. — M. **P. Génieys** : *Sur le déterminisme des variations de la coloration chez un Hyménoptère parasite.* Si le développement des nymphes d'*Habrobracon brevicornis* se fait à une température élevée, les insectes parfaits sont de couleur claire; toutefois certaines régions gardent une coloration foncée. L'auteur montre que ce sont les régions présentant une activité physiologique exceptionnelle où l'arrêt du développement pigmentaire est le plus difficile à obtenir. — M. **Cl. Regaud** : *Distribution chronologique rationnelle d'un traitement de cancer épithélial par les radiations.* Dans la plupart des espèces de cancers épithéliaux, qu'on les traite par les corps radioactifs ou par les rayons X, on obtient la guérison locale plus constamment, à dose moindre, et avec un minimum de phénomènes réactionnels, si la durée de traitement est comprise, selon les circonstances, entre 6 et 15 jours. — M. **Marc Romieu** : *Sur l'existence de la strie bordante dans les globules rouges des Invertébrés et de l'homme.* La strie bordante, déjà observée dans les hématies du lama par M. Jolly, a été retrouvée par l'auteur chez les Annélides et chez l'homme.

Séance du 27 Mai 1922

MM. **H. Dorlencourt, A. Trias** et **Paychère** : *Absorption de l'adrénaline par voie digestive.* L'ingestion d'adrénaline à dose suffisante détermine toujours de l'hyperglycémie, preuve non douteuse de son absorption. Toutefois, il se peut qu'elle soit arrêtée au niveau du foie sans pénétrer dans la circulation générale. — MM. **H. Bierry, F. Rathery** et **L. Levina** : *Bases adrénaliques, hyperglycémie et glycosurie.* Après injection de certaines adrénalines, on constate des hyperglycémies notables pouvant atteindre 3,8 gr. de sucre libre par litre de plasma, sans qu'on puisse déceler le passage du glucose dans l'urine. Par contre, la glycosurie est facilement déclenchée par d'autres adrénalines synthétiques ou naturelles. — M. **M. Olombel** : *Le déterminisme de la procession des chenilles processionnaires du pin.* L'auteur montre que ce sont les poils qui déterminent la procession, en exerçant une action excitante sur les chenilles.

SOCIÉTÉ ROYALE DE LONDRES

Séance du 2 Février 1922

Sciences naturelles. — M. **C. Shearer** : *Les processus d'oxydation de l'œuf d'Echinoderme durant la fertilisation.* L'entrée en contact du sperme avec la surface extérieure de la membrane de l'œuf d'*E. microtuberculatus* provoque une consommation immédiate d'oxygène et un dégagement de CO^2 équivalents à une augmentation du métabolisme de l'œuf de plus de 8.000 °/₀. La fusion des pronucléus mâle et femelle à la fin de la fécondation est sans influence sur la consommation d'oxygène. Le dipeptide glutathione, présent dans l'œuf, semble jouer un rôle important dans les processus d'oxydation. — MM. **J. S. Huxley** et **L. T. Hogben** : *Expériences sur la métamorphose des Amphibiens et les réponses pigmentaires en relation avec les sécrétions internes.* Etude de l'influence de divers produits : iode, extraits thyroïdien, prostatique, pituitaire, surrénal, pinéal, sur la métamorphose et la pigmentation des larves de divers Amphibiens : Salamandre, triton, axolotl, etc. — M. **J. Schmidt** : *Les lieux de reproduction de l'anguille.* L'anguille commune d'Europe a une seule aire de reproduction, dans l'Atlantique, au SE des Bermudes; les larves pélagiques sont transportées vers l'E et le NE par le courant atlantique; la métamorphose en jeune anguille n'a lieu qu'au bout de 3 ans. Le lieu de reproduction de l'anguille américaine (*A. chrysypa*) est au SW de l'anguille européenne, mais s'y superpose en partie; le développement de la larve ne dure qu'un an. Cela explique pourquoi on ne trouve pas l'anguille européenne dans les rivières d'Amérique, ni l'anguille américaine dans celles d'Europe. — M. **J. Gray** : *Le mécanisme des mouvements ciliaires.* Les cils sont des faisceaux de fibres élastiques dont la tension varie durant les diverses phases de leur battement. Ce battement est sous la dépendance de la concentration en ions H de l'intérieur de la cellule; son amplitude varie suivant la pression osmotique du milieu extérieur.

Séance du 9 Février 1922

1° Sciences mathématiques. — M. **H. Bateman** : *La solution numérique des équations intégrales.* L'auteur donne une solution approchée d'une équation intégrale du type de Fredholm en employant une représentation approximative du noyau au moyen d'une double série de fonctions connues. — M. **J. W. Nicholson** : *Problèmes relatifs à un anneau plan mince.* — M. **T. H. Havelock** : *L'effet d'une eau peu profonde sur la résistance des ondes.* — MM. **R. H. Fowler** et **C. N. H. Lock** : *L'aérodynamique d'un obus en giration.* II.

2° Sciences physiques. — Sir **J. A. Ewing** : *Le processus atomique dans l'induction ferromagnétique.* L'auteur modifie l'ancien modèle du processus d'induction ferromagnétique, en conservant l'idée de contrôle magnétique, avec un élément de Weber dans chaque atome, mais il suppose que la force de contrôle s'exerce entre les électrons mêmes de l'atome, plus précisément entre l'enveloppe, plus ou moins fixée par ses relations avec les atomes voisins, et un système électronique interne qui constitue l'aimant de Weber. Le contrôle dépend de la différence entre deux forces opposées presque égales; cette caractéristique permet au modèle de combiner un contrôle suffisamment faible avec un intervalle étroit de déviation stable. — M. **F. B. Pidduck** : *La théorie cinétique d'un type spécial de molécule rigide.*

Le Gérant : Gaston Doin.

Sté Gle d'Imp. et d'Ed., rue de la Bertauche, 1, Sens.

33e ANNÉE N° 13 15 JUILLET 1922

Revue générale des Sciences pures et appliquées

FONDATEUR : LOUIS OLIVIER

DIRECTEUR : J.-P. LANGLOIS, Professeur au Conservatoire national des Arts-et-Métiers, Membre de l'Académie de Médecine

Adresser tout ce qui concerne la rédaction à M. J.-P. LANGLOIS, 8, place de l'Odéon, Paris. — La reproduction et la traduction des œuvres et des travaux publiés dans la *Revue* sont complètement interdites en France et en pays étrangers y compris la Suède, la Norvège et la Hollande

CHRONIQUE ET CORRESPONDANCE

§ 1. — Distinctions scientifiques

Election à l'Académie des Sciences de Paris. — Dans sa séance du 19 juin, l'Académie a procédé à l'élection d'un membre dans sa Section d'Anatomie et Zoologie, en remplacement de M. Ranvier, décédé. La Section avait présenté la liste suivante de candidats : 1° M. Jules Gravier ; 2° M. Maur. Caullery ; 3° MM. R. Anthony, L. Lapicque, Ed. Retterer et L. Roule. Au premier tour de scrutin, M. Gravier a été élu par 37 suffrages, contre 10 à M. Caullery, 10 à M. Lapicque et 1 à M. Retterer.

Le nouvel académicien est l'auteur de nombreux travaux de Zoologie, en particulier sur les Vers et les Coraux.

§ 2. — Nécrologie

Ernest Solvay (1838-1922). — Depuis quelques semaines la mort a pris deux hommes qui ont, à des titres divers, bien servi la Science et l'Industrie. Ernest Solvay s'éteignait doucement à Bruxelles, à l'âge de 84 ans, le 26 mai ; quelques jours avant, Philippe Guye succombait à Genève à une douloureuse maladie.

L'amitié unissait ces deux savants, et il nous semble convenable de rapprocher leurs noms quand l'Humanité les voit, presque en même temps, disparaître pour prendre dans l'histoire des Sciences la place glorieuse qu'ils occupaient au milieu de nous.

Nous ne rappellerons ici que les titres d'Ernest Solvay à notre admiration et à notre reconnaissance.

Né le 16 avril 1838, il fut obligé, en raison de la position modeste de son père, d'écourter ses études et de débuter à 16 ans dans une usine à gaz dirigée par son parent Semet.

C'est là qu'il conçut la méthode de préparation du carbonate de soude qui a pris depuis un si formidable essor. Combien il était impressionnant d'entendre Solvay décrire son découragement, heureusement passager, quand il trouva la description de sa découverte dans la littérature scientifique. [Œuvres de A. Fresnel en 1808, publication de Vogel (1822) ; brevet de Dyar et Hemming du 30 juin 1838 et autres travaux faits par Muspratt, Conning (1840), Watterton, Grimes (1852), Gossage (1854), Boroker, Deacon, Turck (brevets français de 1854-1855), Schloesing et Rolland (1855), et Heeren (1858).] A cette liste il faut ajouter l'indication des brevets pris depuis les premiers essais de Solvay. Ce sont ceux de Margueritte (1863), de Barreswil (1864) et enfin le nouveau procédé de Schlœsing (mai 1878).

Le grand mérite de Solvay fut de ne pas abandonner l'idée qu'il avait eue indépendamment de ses prédécesseurs et d'oser tenter de mettre en œuvre une réaction chimique que tant d'hommes éminents avaient en vain cherché à rendre utilisable industriellement.

Le premier brevet important de E. Solvay date du 19 novembre 1863 (n° 60.920). Il travailla avec son frère Alfred Solvay et avec Hanrez et ils tinrent secrets leurs procédés de fabrication, ne publiant dans leurs sept premiers brevets que ce qu'il était indispensable de faire connaître.

Au moment où Ernest Solvay réussit ainsi du premier coup à rendre pratique son procédé et à installer sa première usine à St Josse-ten-Node près de Bruxelles, il avait vingt-cinq ans. Il se maria la même année, et en septembre 1913, cinquante ans après, il fêta le double anniversaire de son mariage et de son entrée dans l'industrie.

Quel spectacle admirable ce fut, pour ceux qu'il convia à ces belles fêtes, de voir cet homme illustre, aussi généreux et bon qu'il avait été ingénieux et tenace, aux côtés de la digne compagne de toute sa vie, et entouré de ses enfants, secondé par son fils Armand si capable de succéder à un tel père!

En cette journée mémorable, Solvay distribua plus de 6 millions de francs à des établissements scientifiques, à des œuvres sociales et surtout à tous ses collaborateurs sans oublier les plus humbles.

A sa première usine il ajouta, dès 1865, une succursale importante à Couillet près de Charleroi et, en 1873, celle de Varangeville-Dombasle, qui prit un développement prodigieux. Le nombre des établissements analogues qu'il fonda en Europe et en Amérique était de plus de cinquante en 1913 et la quantité de carbonate de soude préparée annuellement a dépassé depuis 2.000.000 de tonnes.

Très peu sensible aux honneurs qu'il ne rechercha jamais, Solvay les obtint tous : Grand Officier de la Légion d'Honneur, Grand Croix de l'Ordre de Léopold, correspondant de l'Académie des Sciences de Paris, membre de celle de Berlin dont il démissionna en 1914, Solvay resta l'homme simple et bon que l'on avait connu dans sa jeunesse. C'est en voulant sauver son chien qu'un tramway menaçait d'écraser qu'il fit, il y a quelques années, une chute dont il ne se remit jamais complètement.

Auteur de publications très originales dans lesquelles il s'efforçait de montrer à quel point les conceptions scientifiques dirigent notre vie au point de vue physiologique et social, ce robuste vieillard prouvait encore son activité par des ascensions alpestres à près de 4.000 mètres d'altitude.

Solvay fut un homme heureux. Il connut les joies du succès, de la fortune, de la sympathie universelle, de l'activité de l'esprit et du bon équilibre des forces morales et physiques.

Tous ceux qui, comme nous, ont eu, au cours de leur carrière scientifique, à solliciter son appui, lui conserveront des sentiments d'affectueuse gratitude et de profond respect.

Sur notre demande il nous offrit son buste en marbre blanc qui figure en bonne place à l'Institut de Chimie appliquée de Paris et qui rappellera aux générations d'étudiants qui se destinent à l'industrie tout ce que peut faire l'alliance d'une lumineuse intelligence et d'un noble caractère.

C. Chabrié,
Professeur à la Sorbonne.

§ 3. — Physique

La nature de la parole et son interprétation. — M. A. Fletcher vient de se livrer, au Laboratoire de recherches de la « American Telephone and Telegraph Company and Western Electric Company », à d'intéressantes études quantitatives sur la parole et l'audition [1].

La raison pour laquelle on a obtenu si peu de résultats réels dans les recherches sur les sons émis par les cordes vocales réside dans le fait qu'il est extrêmement difficile de faire varier le volume et la distorsion de ces sons par des moyens acoustiques. Grâce aux perfectionnements récents dans la transmission électrique de la parole, il est aujourd'hui possible de produire l'équivalent de ces variations par des moyens électriques. M. Fletcher est parvenu à construire un système téléphonique qui reproduit la parole pratiquemment sans distorsion. Au moyen d'atténuateurs sans distorsion, il a pu faire varier le volume de la parole reproduite dans de très larges limites, et il est arrivé ainsi aux résultats suivants.

L'intensité de la parole non déformée qui est reçue par l'oreille peut varier dans la proportion de 100 à 1/1.000.000 par rapport à l'intensité initiale prise comme unité sans cesser d'être interprétée. Il faut que l'intensité soit réduite à 1/10.000.000.000.000 pour atteindre le seuil de l'audibilité pour l'oreille moyenne.

D'autre part, tout appareil construit pour reproduire la parole en conservant toutes ses qualités caractéristiques doit pouvoir transmette avec la même efficacité des fréquences allant de 100 à plus de 5.000 cycles. Quoique la plus grande partie de l'énergie de la parole soit transportée par les fréquences inférieures à 1.000, les caractéristiques essentielles qui déterminent son interprétation sont portées surtout par les fréquences supérieures à 1.000 cycles. Dans la conversation ordinaire, les sons *f*, *v* et le *th* anglais sont les plus difficiles à entendre et occasionnent 50 % des erreurs d'interprétation. Les caractéristiques de ces sons sont portées principalement par les très hautes fréquences.

Recherches expérimentales sur la rapidité du parafoudre à décharges fractionnées. — En vue de l'étude expérimentale des phénomènes accompagnant l'emploi des très hautes tensions, les ingénieurs du laboratoire de la *General Electric Company* ont établi il y a quelque temps une installation au moyen de laquelle ils parviennent à réaliser des tensions considérables, du même ordre que celles susceptibles de se produire à l'occasion des décharges atmosphériques [1].

Cette installation leur a servi déjà à un certain nombre de recherches, particulièrement en ce qui concerne la façon dont se comportent, en présence de ces tensions, les dispositifs en usage pour les installations à haute tension; les parafoudres ont notamment fait l'objet de leur attention; nous résumons ci-après les observations qu'ils ont publiées à ce sujet.

Trois types de parafoudres sont, comme on sait, en usage : le parafoudre à cornes, le parafoudre à aluminium et le parafoudre à décharge fractionnée; c'est le troisième système qui a été étudié, dans le but de vérifier l'intérêt pratique que présente l'adjonction, au dispositif en question, d'une résistance série ou de résistances shunt.

Le parafoudre à décharge fractionnée, ou « multigap », est basé sur cette propriété particulière que l'arc à

1. *Journ. of the Franklin Inst.*, t. CXCIII, n° 6, p. 729 ; juin 1922.

1. Voir la *Rev. gén. des Sc.* du 28 février 1922, p. 99.

courant alternatif à tension modérée, produit entre des électrodes métalliques de grand volume (et par conséquent ne s'échauffant pas et se refroidissant vite), s'éteint chaque fois que la tension s'annule et ne se reforme que si la tension d'amorçage initiale se rétablit.

Ce système est d'ailleurs connu depuis plusieurs années, non seulement en Amérique, mais aussi dans nos pays; en France, il était introduit dès avant la guerre par la société Thomson-Houston qui en a signalé différentes fois les mérites et les caractéristiques; il est particulièrement intéressant en raison de sa simplicité et de son efficacité.

Au point de vue de la simplicité, il est comparable au parafoudre à cornes; mais il a sur celui-ci la supériorité d'un fonctionnement plus rapide et plus sûr, le parafoudre à cornes n'assurant pas toujours une rupture assez rapide de l'arc, surtout lorsque, pour atténuer le courant amorcé par le jaillissement de la décharge, on le met en série avec une résistance assez forte.

Au point de vue de l'efficacité, de la rapidité d'action et de la suppression immédiate de l'arc, il peut être considéré comme se rapprochant du parafoudre à aluminium; or, il a sur ce dernier le grand avantage d'être plus simple et plus robuste et de pouvoir beaucoup mieux, de ce fait, répondre aux besoins de la pratique, pour la protection des transformateurs de distribution.

Dans sa forme la plus simple, le parafoudre à décharge fractionnée se compose d'un certain nombre d'intervalles de décharge successifs établis entre des électrodes en laiton ; ces électrodes peuvent être sphériques ou cylindriques, selon les circonstances; le système s'intercale entre la ligne, d'une part, et la terre de l'autre, comme le parafoudre à cornes.

Lorsqu'une surtension d'une ampleur déterminée se produit, elle donne lieu à une décharge, de la ligne à la terre, à travers les intervalles de décharge successifs; la décharge se continue, entretenue par le courant de ligne, jusqu'à la fin de la demi-période pendant laquelle elle a jailli; à ce moment, elle s'éteint, et elle ne se rallume pas, si le nombre d'intervalles de décharge est suffisant pour que la tension en ligne ne puisse établir une décharge.

Le court-circuit produit sur le parafoudre est donc strictement limité à la durée d'une demi-période au maximum, c'est-à-dire à une fraction de quelque 1/100 ou 1/120 de seconde, ce qui protège absolument l'installation contre toute perturbation grave et, par exemple, évite même tout décrochage des moteurs synchrones connectés au réseau.

Quoi que l'on fasse, la production de l'arc de court-circuit donne lieu cependant à la formation, entre les électrodes, de vapeurs métalliques, conductrices, et, si le nombre d'intervalles de décharge n'est pas choisi assez grand (ce qui toutefois relève la limite de la tension pour laquelle l'instrument entre en jeu), il peut se faire, lorsque le court-circuit est intense, que la décharge ne cesse pas assez vite.

On peut combattre cet inconvénient en adjoignant au dispositif une résistance série; il va de soi cependant que ce système, de même qu'il atténue l'intensité du courant de court-circuit, ralentit l'écoulement de la décharge et diminue ainsi la capacité de protection de l'instrument; à cet égard, il est préférable de disposer une résistance en dérivation, sur quelques-uns des éclateurs.

Lorsque l'on shunte quelques-uns des intervalles, le courant dynamique amorcé par la décharge, s'il se maintient sur le parafoudre après la première demi-phase, ne parvient pas cependant à franchir les intervalles shuntés et s'établit sur les résistances shunt, ce qui en réduit l'intensité et en amène l'extinction au bout de la 2e ou de la 3e demi-période.

La source à haute tension employée pour étudier expérimentalement la façon dont le parafoudre en question se comporte consistait en un groupe de 2 paires de kenotrons, combiné avec un transformateur élévateur, et chargeant un ensemble de condensateurs, se déchargeant lui-même, à travers un éclateur, sur le parafoudre à essayer, celui-ci se trouvant d'autre part branché entre les conducteurs d'une canalisation à 2.300 volts.

Les oscillogrammes relevés au cours de la production d'une décharge à haute tension sur le parafoudre montrent tous d'une façon très nette la rapidité d'action du dispositif; la décharge se continue pendant la 2e demi-période, mais elle disparaît à la 3e ; on peut constater aussi que le courant amorcé par la décharge est immédiatement supprimé sur les intervalles shuntés, du moins si la résistance shunt est convenablement choisie.

L'extinction est notablement plus rapide, conformément à ce que nous avons dit plus haut, qu'avec un parafoudre à cornes, où le soufflage dépend d'un déplacement mécanique de l'arc, nécessairement assez long; par contre, elle est moins rapide encore qu'avec le parafoudre à pellicule d'oxyde, la reconstitution de la pellicule après la décharge étant instantanée et supprimant absolument toute perturbation.

H. M.

§ 4. — Chimie industrielle

Une installation pour la distillation de la houille à basse température, en Angleterre. — Des techniciens anglais, après une vingtaine d'années d'études sur plus de 40 types de cornues, et traitement d'au moins 200.000 tonnes de charbon, ont récemment inauguré, à Darnsley, dans le Yorkshire, une installation industrielle pour l'application de la distillation de la houille à basse température.

Cette application préoccupe depuis longtemps déjà les techniciens et elle a acquis récemment un intérêt particulier, permettant éventuellement de produire des quantités respectables d'un combustible liquide approprié aux moteurs à explosion et constituant un excellent succédané du pétrole.

Mais elle s'est heurtée à des difficultés pratiques diverses; l'une des principales est, probablement, que les spécialistes ne sont pas encore tout à fait d'accord quant à sa valeur; d'autres proviennent de particularités inhérentes à la façon dont le combustible se com-

porte lorsqu'il est chauffé à des températures modérées : il devient visqueux, adhérent, difficile à détacher des cornues; en outre, au moment de la sortie de celles-ci, le produit s'enflamme au contact de l'air et, si on le précipite dans l'eau, il s'y désagrège.

En fait, « les cornues à gaz et à coke usuelles ne conviennent nullement pour cette fabrication »; et, d'autre part, il est assez délicat de maintenir l'exacte température requise; si la température est trop faible, la masse n'est transformée que superficiellement; si elle est trop élevée, on n'obtient que du coke ordinaire.

Le type de cornue employé à Darnsley résout, affirme-t-on, le problème de la carbonisation, « d'une façon

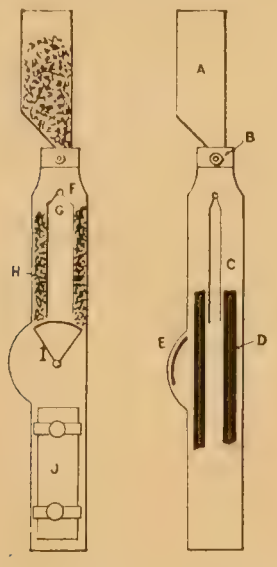


Fig. 1. — *Schéma d'un élément de four pour la distillation de la houille à basse température.* — A, trémie ; B, valve rotative ; C, plaques rapprochées ; G, plaques écartées ; F, cornue ; I, registre rotatif fermé ; E, portes ouvertes ; H, charbon ; D, coalite tombant dans la chambre de refroidissement J.

ingénieuse, pratique et simple »; il constitue l'âme de l'installation; pour le reste, celle-ci ne comporte que des appareils : laveurs, transporteurs, aspirateurs, séparateurs, etc., de construction courante.

Chaque four comporte vingt éléments; au-dessus de chaque élément est disposée une trémie; les trémies sont alimentées par un convoyeur: elles sont pourvues d'une valve rotative, actionnée par un levier extérieur; l'ouverture de la valve fait passer le contenu de la trémie dans l'élément correspondant.

L'élément proprement dit est formé d'une chambre en briques réfractaires de 2 m. 70 de profondeur, 1 m. 95-2 m. de longueur et 28 à 30 cm. de largeur, chauffée extérieurement au gaz; à l'intérieur de cette chambre sont disposées verticalement deux plaques en acier perforé, de 12 mm. 1/2 d'épaisseur, placées, en temps normal, à 10 cm. l'une de l'autre.

C'est ce dispositif qui constitue la caractéristique du système; son but est de faciliter l'extraction de la masse lorsque la carbonisation est terminée; les deux plaques, qui déterminent dans la chambre deux compartiments de cuisson, séparés par l'espace libre entre les plaques mêmes, peuvent se rapprocher par un simple mouvement du mécanisme de suspension.

L'agencement du système est d'ailleurs montré par la figure schématique ci-contre : on voit, à cette figure, la trémie A, la cornue F, le registre de décharge I de celle-ci et la chambre de réfrigération J dont chaque élément est muni; le croquis montre la position des éléments respectivement en marche normale (côté gauche) et à la décharge (côté droit).

En marche, le registre rotatif de déchargement étant fermé, le charbon, déversé par la trémie, est retenu dans les deux compartiments H, où il est serré par les plaques du dispositif intérieur, lesquelles, durant toute la période de carbonisation, sont tenues à distance l'une de l'autre, ainsi qu'on le voit par le croquis.

Pendant la cuisson, qui dure 7 à 8 heures, les aspirateurs sont mis en action sur des conduites reliées à l'espace entre les plaques et produisent ainsi dans cet espace une dépression qui y attire les gaz de la houille et empêche toute diffusion à travers les parois réfractaires de l'élément; « à défaut de cela, les gaz traverseraient les parois et viendraient brûler à l'extérieur, ce qui non seulement représenterait une perte très préjudiciable, mais, en outre, empêcherait de contrôler convenablement la température des cornues ».

Lorsque la cuisson est terminée, l'opérateur manœuvre le mécanisme de suspension des plaques, ce qui a pour effet de rapprocher celles-ci de 5 cm. environ, et de dégager la masse dans les deux compartiments H; il ne reste plus qu'à faire tourner le registre de décharge : les deux colonnes de matière D tombent dans la chambre de refroidissement.

Celle-ci consiste en une simple chambre J à parois refroidies par un bain d'eau et où le produit est laissé pendant quelques heures, pour se refroidir lentement; la chambre est hermétiquement close; « les rentrées d'air y sont nulles, et il n'est donc pas à craindre que la matière s'enflamme ».

Les appareils sont conditionnés de telle sorte que le refroidissement de la masse soit suffisant au bout de 7 à 8 heures, durée de la cuisson; avant de procéder à un nouveau déchargement des cornues, on fait donc sortir des chambres de refroidissement J la masse qui s'y trouve; ceci s'opère très simplement par des plans inclinés déchargeant la matière sur un convoyeur qui la transporte aux soutes ou la conduit directement aux wagons.

En opérant avec un mélange de 30 °/. de charbon de coke et 70 °/. de charbon autre, on obtient de la sorte un excellent combustible, solide et dense, et convenant remarquablement pour les usages domestiques; pour le différencier du coke ordinaire, les producteurs lui ont donné le nom de « coalite » (de coal = charbon).

Quant aux gaz aspirés des éléments, ils sont traités de la façon habituelle: on les lave et refroidit, pour recueillir les dérivés liquides, qui sont ensuite convertis, par les voies ordinaires, en benzol, toluol, etc.; le gaz purifié peut être vendu pour l'éclairage, ou utilisé pour le chauffage des cornues; si on en a la vente, il vaut mieux en profiter et chauffer les cornues au gaz de gazogène.

La proportion de coalite fournie est de 806 kg. par 1.000 kg. de houille traitée; le bilan calorifique de la distillation indique un rendement d'un peu plus de 80 °/o environ : par 1.000 calories du charbon initial, on retrouve 710-715 calories dans le coalite et 100 approximativement dans les produits gazeux et liquides.

Le goudron recueilli a une densité de 1,06; il contient beaucoup de crésol, peu de phénols et pas de naphtaline; distillé à 300° C., il donne un bon combustible de moteur, avec lequel on obtient 4,4-4,5 hp-heure par kg.; des produits plus légers peuvent être recueillis à partir de 170° C.

Le gaz possède 6.650-6.700 calories par m³; il contient 27,5 °/o d'hydrogène, 48 °/o de méthane, 10,1 °/o d'hydrocarbures divers, 7,3 °/o d'oxyde de carbone, 3 °/o d'hydrocarbures non saturés, 2,5 °/o d'anhydride carbonique et 1,6 °/o d'azote, soit 95 °/o de gaz combustibles.

Henri Marchand.

§ 5. — Géologie

Le prolongement de la chaîne Calédonienne dans l'Extrême-nord américain. — Les récentes explorations des géologues danois au Groenland [1] ont montré que la *chaîne Calédonienne* se prolongeait fort loin dans les régions polaires boréales. On sait que cette zone de plissements, qui affecte en Europe une direction générale subméridienne SSW-NNE, occupe : l'Irlande, jusqu'au cours inférieur du Shannon; le pays de Galles, en dehors de sa bordure extrême vers le sud; l'Angleterre, au nord des Mendip hills ; l'Écosse, à l'exception de sa lisière occidentale; les Shetlands; les Orcades et tout l'Ouest de la péninsule Scandinave. D'après les nouveaux documents publiés, la chaîne Calédonienne tournerait brusquement ensuite vers le NNW pour gagner la côte occidentale du Spitzberg, puis, par le seuil sous-marin qui sépare la fosse nord-atlantique de la fosse arctique, elle atteindrait le littoral nord du Groenland; elle se terminerait enfin dans les montagnes de la « chaîne des États-Unis » : sur le rivage est des terres de Grant, de Grinnell, le long du Kennedy channel; sur le littoral ouest de l'île d'Ellesmere, en bordure de l'Eureka sund (fig. 1).

Les mouvements orogéniques qui ont donné naissance à cette chaîne de montagnes commencèrent au milieu des temps siluriens pour se prolonger jusqu'au Dévonien moyen. C'est ainsi que, dans le Nord-ouest du Groenland, on voit s'avancer transgressivement, sur un socle de gneiss déjà pénéplainé, des grès et des calcaires schisteux siluriens plus ou moins métamorphisés, que recouvrent, en discordance, du Dévonien et du Carbonifère horizontaux.

Or à l'ouest de l'Amérique du Nord, dans les Montagnes rocheuses, depuis l'Alaska jusqu'au Colorado et au Nouveau-Mexique, il s'est produit une phase de plissement avant la fin des temps siluriens. Des manifestations de même âge ont encore affecté, au sud du bouclier Canadien, le Texas, l'Oklahoma et l'Arkansas. Enfin, sur le bord atlantique du Nouveau continent, un

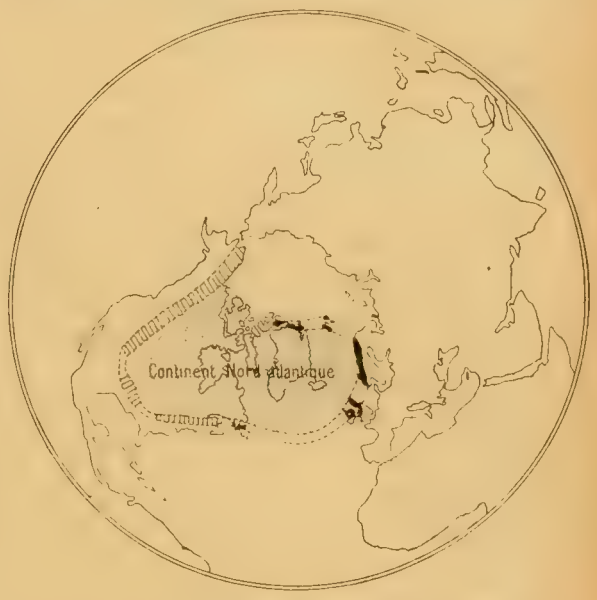


Fig. 1. — *Le continent Nord-atlantique* (grisé), *la chaîne Calédonienne* (en noir) *et les plissements de l'Amérique du Nord de la fin du Silurien* (en hachures).

mouvement orogénique tout aussi ancien donne naissance à la *chaîne Taconique*, qui s'étend, de l'Alabama et la Géorgie, par les Alleghanys, à travers la Nouvelle-Angleterre, jusque sur la rive droite du Saint-Laurent, dans l'Ouest du Nouveau-Brunswick et en Gaspésie.

Les plissements calédoniens semblent donc avoir complètement entouré tout l'ancien continent Nord-atlantique ou Laurentia, c'est-à-dire la plus grande partie de l'Amérique septentrionale, le Groenland, sauf la côte nord, les Hébrides occidentales, l'Extrême nord-ouest de l'Écosse et les îles Lofoten. D'une façon générale, les accidents tectoniques sont, dans cette zone plissée, déversés vers l'ancien bouclier, dont il me semble que l'enfoncement progressif peut être envisagé comme la cause déterminante de la formation à sa périphérie du large bourrelet montagneux qui a fini par donner naissance à la chaîne Calédonienne.

L. Joleaud.

1. Lauge Koch : Stratigraphy of Northwestern Greenlande. *Meddelser fra Dansk geologisk Forening*, V. 17, Kobenhavn, 1920, 78 p., 2 pl.

LA CONSTITUTION DES ATOMES ET L'AFFINITÉ CHIMIQUE[1]

Parmi tous les problèmes dont la solution est considérée comme un des buts essentiels de la Chimie théorique, celui de la nature des forces qui interviennent dans les transformations de la matière s'est posé l'un des premiers à l'esprit des penseurs. Il n'en est peut-être aucun qui ait été plus que celui-là une source de déceptions. Pendant longtemps, toutes les théories explicatives se sont montrées incapables de rendre compte des manifestations de l'affinité. En présence de cet insuccès, les chimistes ont dû se convaincre, dans la seconde moitié du siècle passé, que le problème était prématuré, qu'il convenait de borner ses ambitions et de se contenter, au moins provisoirement, d'une théorie de l'affinité traduisant simplement les faits expérimentaux, en laissant en suspens la question de la nature des forces agissantes.

Les progrès réalisés dans ces dernières années dans la connaissance de la constitution des atomes ont apporté des éléments nouveaux, indispensables à la solution du problème de l'affinité, qui a été ainsi ramené au premier plan des préoccupations des chimistes. Des théories ont été élaborées qui rendent compte déjà d'un grand nombre de faits observés et, quoique les opinions soient encore partagées quant à leur valeur, il y a là tout un ensemble d'idées qui ne peuvent laisser indifférent aucun chimiste. Le nombre des phénomènes où elles ont trouvé d'intéressantes applications est déjà très grand. Le peu de temps dont je dispose m'obligera donc de faire un choix et de passer rapidement sur certains sujets qui mériteraient cependant un examen approfondi.

***

La constitution des atomes, telle qu'elle s'est révélée grâce aux travaux d'une pléiade de chercheurs, parmi lesquels Rutherford et Bohr occupent le premier rang, est si connue que je puis me borner à rappeler les faits essentiels qui nous intéressent directement.

Pour expliquer le phénomène de la dispersion des rayons X traversant la matière, Rutherford a été amené à concevoir l'atome comme formé d'un noyau central extrêmement petit, chargé d'électricité positive, dans lequel se trouve concentrée presque toute la masse atomique et autour duquel gravitent des électrons. Le nombre de ces derniers, qui est naturellement égal à la charge nucléaire, comptée en unités élémentaires, est représenté par le numéro d'ordre de l'élément dans le système périodique ou, en d'autres termes, par le *nombre atomique*. Il y a donc un seul électron dans l'atome d'hydrogène ; il y en a deux dans celui d'hélium, trois dans celui de lithium, et ainsi de suite jusqu'à 92 dans l'atome le plus lourd, celui d'uranium.

Toutes les propriétés chimiques et la plupart des propriétés physiques dépendent directement des électrons extérieurs. C'est donc leur arrangement autour du noyau et leurs mouvements qu'il serait surtout intéressant de connaître. On sait comment le problème a été résolu par Bohr, pour l'atome d'hydrogène. Malheureusement cet élément est le seul pour lequel nous ayons une solution précise. Il n'y a pas de doute que les principes à la base de la théorie de Bohr, et qui ont reçu dans l'étude du spectre lumineux de l'hydrogène de si éclatantes vérifications, ne restent valables dans les atomes moins simples, contenant plusieurs électrons extérieurs. Mais le problème devient ici beaucoup plus difficile. Les conditions d'équilibre dans ces systèmes complexes sont encore trop obscures pour qu'il soit possible de prévoir par le calcul la configuration la plus stable. Cependant, si nous sommes loin de connaître dans ses détails l'architecture des édifices atomiques, il y a lieu de croire que nous en savons au moins le plan général.

Selon une hypothèse formulée par Bohr, les électrons seraient groupés en nombres déterminés sur des orbites concentriques. Quand on passe d'un élément au suivant dans le système périodique, l'électron dont s'augmente l'essaim extérieur se place régulièrement sur l'anneau le plus externe, jusqu'à ce qu'il soit complet. Un nouvel électron vient ensuite occuper une orbite plus externe et forme l'amorce d'un nouvel anneau.

Les variations périodiques des éléments, mises en évidence dans la classification de Mendéléjeff, trouvent ainsi leur explication dans l'apparition rythmique, à mesure que le nombre atomique augmente, de nouveaux anneaux qui se développent en passant par les mêmes phases.

La facilité avec laquelle les atomes des métaux alcalins abandonnent un de leurs électrons, soit dans les réactions chimiques, en passant à l'état d'ions positifs (Na^+, K^+, etc.), soit sous l'action de la lumière, dans les phénomènes photo-électriques, induit à penser que cet électron, faiblement lié, occupe seul l'orbite la plus externe.

1. Conférence faite au Laboratoire de M. A. Haller.

Les métaux alcalino-terreux cèdent de même, quoique moins facilement, deux de leurs électrons en donnant des ions avec double charge (Mg^{++}, Ca^{++}, etc.), et ceux du troisième groupe peuvent en perdre trois.

Il n'est donc pas douteux que c'est dans les métaux alcalins que s'amorce le nouvel anneau. On est ainsi amené à la conclusion que le nombre des électrons périphériques, dans un élément donné, est représenté par le numéro d'ordre du groupe auquel il appartient. Il y en a un seul dans les métaux alcalins, deux dans les métaux alcalino-terreux, et leur nombre s'élève ainsi graduellement jusqu'à six dans le groupe de l'oxygène, à sept dans les halogènes, pour atteindre un maximum égal à huit dans les gaz rares (l'hélium excepté), où l'anneau est complet.

La première orbite déjà saturée dans l'atome d'hélium ne porte que deux électrons ; on en compte huit dans chacun des anneaux suivants qui se développent dans le cours des petites périodes. Dans les grandes périodes, le phénomène ne conserve plus la même simplicité. On ne peut admettre que chacune d'elles donne naissance à un seul anneau qui comprendrait 18 électrons pour les deux premières et 32 pour la troisième, contenant le groupe des terres rares. La complexité bien connue des grandes périodes laisse supposer un dédoublement de l'anneau correspondant à chacune d'elles. Il est probable aussi que le nouvel électron qui s'ajoute à l'atome quand on passe d'un élément au suivant ne se place pas sans exception sur l'anneau le plus externe. Il y a lieu de penser qu'il pénètre parfois dans l'une des zones sous-jacentes en laissant la région périphérique sensiblement inaltérée. C'est ainsi, vraisemblablement, que peuvent s'expliquer les triades d'éléments semblables, caractérisant le VIIIe groupe (Fe, Co, Ni, par exemple), ainsi que l'étrange famille des métaux des terres rares, dont les propriétés sont si voisines qu'on ne parvient à les séparer qu'au prix de laborieuses cristallisations fractionnées.

La question du nombre des électrons portés par chacune des orbites, dans les éléments des grandes périodes, a été l'objet de nombreuses recherches de caractère spéculatif. Mais on ne possède pas encore de principe suffisamment précis pour dicter, parmi toutes les possibilités, un choix qui s'impose. Aucune des solutions proposées n'a reçu l'assentiment général. D'ailleurs, pour le problème de l'affinité, la répartition des électrons sur les orbites internes est d'importance secondaire, puisque les propriétés chimiques dépendent essentiellement des électrons périphériques. Or, si une grande indécision subsiste quant à leur nombre, dans les éléments du milieu des grandes périodes, chacun s'accorde à admettre que dans les premiers et les derniers termes, il est représenté, comme dans les petites périodes, par le numéro d'ordre du groupe auquel appartient l'élément. Il y aurait donc, par exemple, un électron périphérique dans tous les métaux alcalins, deux dans tous les métaux alcalino-terreux, sept dans tous les halogènes, huit dans tous les gaz rares.

Rappelons enfin que l'hypothèse de Bohr n'est plus admise actuellement dans sa forme primitive. L'idée d'anneaux plans concentriques a été abandonnée pour différentes raisons, dont la plus simple est qu'elle ne permet pas de comprendre pourquoi la saturation est régulièrement atteinte avec huit électrons. On admet aujourd'hui une distribution en enveloppes concentriques, et ce que nous avons appelé un anneau complet serait un groupe de huit électrons disposés suivant les sommets d'un cube et auquel Langmuir a donné le nom d'*octet*.

Cette hypothèse a été développée particulièrement par Langmuir, Born et Landé. Nous aurons à revenir aux vérifications qu'elle a reçues dans les recherches de ces savants relatives à la compressibilité des cristaux. Nous verrons aussi qu'elle s'adapte bien à l'interprétation de certains faits d'ordre chimique.

***

La matière n'étant qu'un agrégat de particules d'électricité de signes contraires, il ne peut y avoir de doute que l'affinité chimique est de nature électrique. D'autre part, les travaux de Rutherford sur la dispersion des rayons α dans leur passage à travers la matière et les vérifications expérimentales de la théorie de Bohr ont apporté la preuve que les attractions ou répulsions entre les corpuscules d'électricité formant un atome sont soumises aux lois classiques de l'électrostatique, soit aux lois de Coulomb. Il est donc à présumer que, dans l'intérieur d'un atome, les forces électromagnétiques résultant des mouvements des électrons sont négligeables par rapport aux actions électrostatiques. C'est donc à ces dernières qu'il faut attribuer le rôle essentiel dans la liaison des atomes d'une molécule [1].

Dans une molécule formée de deux atomes, la force qui les maintient liés l'un à l'autre est la résultante de toutes les actions attractives ou

1. L'avenir nous apprendra si cette simplification, consistant à négliger les forces électromagnétiques, est justifiée. Il n'est pas impossible qu'une théorie définitive de l'affinité leur attribuera un certain rôle qui ne peut être que secondaire.

répulsives exercées par les charges électriques constituant un des atomes, sur toutes celles qui forment l'autre. On conçoit qu'en raison de leur position certains électrons puissent avoir dans la liaison un rôle prépondérant, mais tous, sans exception, y ont une part plus ou moins grande.

La notion bizarre de valences, forces indivisibles, appliquées en des régions déterminées de la surface atomique et qui a longtemps dominé la Chimie, est donc exclue par tout ce que nous savons de la constitution des atomes. On sait, d'ailleurs, qu'elle est aussi inconciliable avec de nombreux faits d'ordre chimique et qu'elle est aujourd'hui abandonnée. Si l'étrangeté de cette conception ne frappe pas immédiatement dans les formules structurales, où il est assez indifférent que les traits figurant les liaisons soient envisagés ou non comme des symboles de forces indivisibles, elle éclate dès qu'il s'agit d'expliquer le mécanisme des réactions chimiques, bien qu'il soit toujours facile, au tableau noir ou sur le papier, de jongler avec les valences. Son insuffisance s'est aussi clairement manifestée dans les propriétés de certains composés organiques, parmi lesquels on peut citer les hydrocarbures à doubles liaisons conjuguées, et plus encore dans la chimie des complexes. Pour rendre compte des faits observés dans ce domaine, Werner a dû rompre avec la notion des valences dirigées et indivisibles. Indépendamment de toute hypothèse sur la nature des forces chimiques et en se basant sur un riche matériel expérimental, ce savant est arrivé à la conclusion qui s'impose aujourd'hui pour de tout autres raisons. Pour Werner déjà, l'affinité devait être envisagée comme une force dont l'atome est le centre et qui agit dans toutes les directions.

Pris dans son ensemble, un atome est électriquement neutre. Le champ de force électrostatique créé par les charges dont il est formé s'annule pratiquement à une certaine distance de sa surface. D'autre part, les électrons étant répartis à l'extérieur, on conçoit que deux atomes suffisamment raprochés l'un de l'autre doivent se repousser. Pour qu'ils restent unis, il faut que leur contact provoque un changement dans la distribution de leurs électrons périphériques. Le problème se pose donc de trouver les modifications produites par le contact de deux atomes, dans leur structure superficielle, et qui entraîne leur association.

Deux solutions, qui d'ailleurs ne s'excluent pas et souvent se recouvrent, ont été proposées par Kossel et par Lewis et Langmuir. L'une s'applique spécialement aux composés hétéropolaires, c'est-à-dire aux combinaisons, telles que les sels, dont les composants ont une polarité nettement opposée, l'autre aux composés homéo-polaires, parmi lesquels se rangent les substances organiques et dont le type le plus parfait est représenté par les molécules élémentaires (O^2, N^2, H^2, etc.).

Mais, avant de passer à l'examen de ces doctrines, nous devons nous occuper du phénomène de l'ionisation, qui prend dans la théorie des composés hétéropolaires une importance de premier plan.

***

Nous avons déjà vu que les propriétés chimiques dépendent directement des électrons périphériques. On peut donc admettre, en première approximation, que la partie de l'atome comprise dans l'intérieur de la zone périphérique agit dans les phénomènes chimiques comme un seul tout. Sa charge apparente, que nous appellerons, pour abréger, la charge *interne* (et qui ne doit pas être confondue avec celle du noyau, puisqu'elle est simplement égale à celle de l'atome privé de ses électrons les plus externes), agit comme si elle était localisée au centre. Il est clair qu'elle est toujours positive et égale, au signe près, à celle de l'ensemble des électrons de la zone périphérique. Elle est d'une unité dans les métaux alcalins et croît graduellement jusqu'à sept unités dans les halogènes.

Si on néglige les répulsions mutuelles des électrons les plus externes, ce qui est permis lorsqu'on n'a en vue que des relations qualitatives, la force qui les sollicite vers le centre et les empêche de se séparer de l'atome se réduit à l'attraction de la charge interne. D'après les lois de Coulomb, cette force doit donc croître en même temps que cette charge et, d'autre part, diminuer à mesure que le volume ou le noyau de l'atome augmente.

Nous avons ainsi l'explication de deux relations bien connues, concernant les variations des propriétés électrochimiques dans la classification périodique.

Dans chaque petite période, le caractère positif décroît du premier terme, très positif, jusqu'au dernier, très négatif. La cause de cet accroissement de la force qui retient les électrons périphériques liés à l'atome est évidente ; elle est due à l'augmentation régulière de la charge interne quand on passe d'un élément au suivant. La faculté de former des ions positifs est déjà très atténuée dans les éléments du IIIe groupe (B, Al) ; elle l'est plus encore dans les suivants, qui ne se rencontrent jamais dans

les phénomènes chimiques à l'état de cations. En revanche, les derniers éléments des périodes, l'oxygène et le soufre, le fluor et le chlore, en raison de l'attraction très élevée de la charge centrale qui atteint ici six ou sept unités, manifestent une aptitude à s'unir à un ou à deux électrons étrangers en donnant naissance à des ions négatifs F^-, Cl^-, O^{--} et S^{--}.

On sait d'autre part que, dans chaque famille du système périodique, le caractère positif s'accentue, ou bien, ce qui est équivalent, le caractère négatif s'affaiblit, à mesure que le poids atomique s'élève. La tendance à former des ions positifs augmente régulièrement du lithium au césium ou du glucinium au baryum. Ici également la cause ne peut faire de doute. Dans les éléments d'une même famille, la charge interne est la même, mais non pas le volume atomique ; il croît avec le volume de l'atome ; il en résulte naturellement un affaiblissement de l'attraction exercée sur les électrons périphériques, ce qui se traduit, dans les familles positives, par une aptitude plus grande à former des ions positifs, et dans les familles négatives, par une moindre tendance à capter des électrons étrangers en formant des ions négatifs. Ces variations du caractère électrochimique sont très nettes dans le groupe des halogènes ou du soufre; elles sont plus frappantes encore dans les groupes de l'azote et du carbone, où les premiers termes sont franchement négatifs, tandis que les derniers sont positifs.

L'énergie dépensée ou dégagée dans l'ionisation d'un élément est une grandeur très importante dans la théorie et on a cherché à l'atteindre par différentes voies. Frank et Hertz ont appliqué aux métaux alcalins une méthode dont le principe est très simple.

Le spectre d'absorption de ces métaux à l'état de vapeur présente une série de lignes qui vont en se resserrant du côté de l'ultraviolet, et s'arrêtent brusquement, comme la série de Balmer du spectre de l'hydrogène. Il y a de fortes raisons d'admettre que la raie limite, correspondant à la fréquence maximum ν_∞, résulte de l'absorption d'un quantum d'énergie par l'électron périphérique qui, sous l'action de la lumière, se détache de l'atome. Ce quantum d'énergie w est lié à la fréquence ν_∞ par la relation bien connue de Bohr :

$$w = h\nu_\infty,$$

qui a été vérifiée expérimentalement par Franck et Hertz.

La constante h de Planck étant connue, on peut donc, de la fréquence limite ν_∞, déduire w, qu'il suffit de multiplier par la constante d'Avogadro pour obtenir l'énergie d'ionisation d'un atome-gramme du métal. La valeur ainsi trouvée pour le lithium est de 123 Cal. ; elle décroît dans les éléments suivants, jusqu'au césium, beaucoup plus facilement ionisable, où elle n'est plus que de 88,6 Cal. [1]

Par une méthode moins directe, Born a pu estimer l'énergie d'ionisation des halogènes. Les résultats obtenus sont intéressants en ce qu'ils confirment que ces éléments ont véritablement une affinité pour les électrons. Leur chaleur d'ionisation est, en effet, positive et, conformément à ce que nous savons de leurs propriétés chimiques, elle décroît du chlore (119 Cal.) au brome (84 Cal.) et à l'iode (77 Cal.) [2].

***

Je dois maintenant attirer l'attention sur un fait remarquable qui a été mis en lumière par Kossel.

Le sodium, le magnésium et l'aluminium, placés dans la classification périodique immédiatement à la suite du néon, abandonnent plus ou moins facilement tous leurs électrons périphériques. Les ions positifs qui prennent ainsi naissance contiennent donc le même nombre d'électrons extérieurs et ont vraisemblablement la même constitution que l'atome de néon. Si on fait abstraction de la masse, ils n'en diffèrent guère que par l'excès d'électricité positive qu'ils contiennent.

Les atomes de fluor ou d'oxygène, qui précèdent immédiatement le néon, manifestent au contraire une aptitude à s'unir respectivement à un ou à deux électrons, soit à autant qu'il en manque dans leur zone périphérique pour qu'elle soit complète, c'est-à-dire pour que le nombre huit soit atteint. Les ions F^- et O^{--} possèdent donc eux aussi le même nombre d'électrons extérieurs et sans doute la même configuration que les atomes de néon.

1. Li, 123 Cal. ; Na, 117 ; K, 99,0 : Rb, 95,1 ; Cs, 88,6.

2. La chaleur de formation du chlorure de sodium, par exemple, peut être envisagée comme la somme algébrique des termes suivants ; chaleur de dissociation du chlore en ses atomes (L_{Cl}), et chaleur de vaporisation du sodium (L_{Na}), chaleur d'ionisation du chlore et du sodium (I_{Cl} et I_{Na}), chaleur de formation du cristal à partir des ions à l'état de vapeur (U_{CNa}). On a donc la relation :

$$Q_{ClNa} = L_{Cl} + L_{Na} + I_{Cl} + I_{Na} + U_{ClNa}.$$

Les grandeurs L_{Cl} et L_{Na} nous sont accessibles par des mesures thermochimiques, I_{Na} a été calculé par Frank et Hertz, comme il vient d'être dit, U_{ClNa} a été calculé par Born, ainsi que nous le verrons plus tard. L'égalité précédente permet donc d'obtenir la seule inconnue qu'elle contient, soit I_{Cl}. Cette même grandeur peut être atteinte exactement de la même manière, en partant d'un autre chlorure alcalin. Les valeurs ainsi trouvées par différentes voies concordent dans la limite des erreurs expérimentales ; on peut voir là une confirmation de toute la théorie.

La figure 1 représente schématiquement ce phénomène qui est général. Il se répète avec tous les éléments qui précèdent ou qui suivent immédiatement l'argon, le krypton ou le xénon. Dans tous les cas, les ions formés s'identifient, quant au nombre et à l'arrangement des électrons entourant le noyau, avec les atomes du gaz rare le plus voisin. La grande stabilité de ces derniers ne se manifeste donc pas seulement par leur inertie chimique. Ils se présentent comme des prototypes, dont les atomes des autres éléments tendent à se rapprocher, en complétant leur zone périphérique ou bien, au contraire, en perdant tous les électrons qui la constituent.

Quoique l'idée semble au premier abord paradoxale, l'affinité chimique entre éléments de polarité opposée ne serait, d'après Kossel et Langmuir, qu'une conséquence de cette aptitude

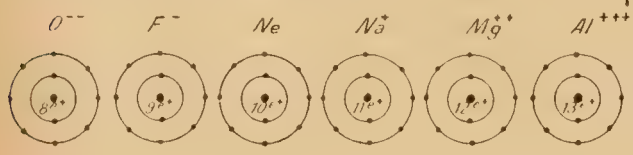


Fig. 1.

générale des atomes à prendre la forme d'autres atomes, caractérisés précisément par leur complète indifférence chimique.

La formation synthétique du chlorure de sodium, par exemple, aurait lieu d'après le processus suivant.

En raison de sa grande tendance à compléter sa zone périphérique, un atome de chlore qui vient en contact avec un atome de sodium s'empare de l'unique électron périphérique de ce dernier, et les ions Cl^- et Na^+ qui prennent ainsi naissance s'unissent en une molécule, ensuite de l'attraction électrostatique due à leurs charges de signes contraires. Dans un milieu tel que l'eau, dont la constante diélectrique est très élevée, cette attraction est considérablement affaiblie et les molécules peuvent se dissocier en leurs ions sous l'action de l'agitation thermique [1].

Deux atomes électriquement neutres n'auraient donc pas d'affinité l'un pour l'autre. Leur réunion est accompagnée de leur ionisation et en est une conséquence. Si, pour une première approximation, on fait abstraction de la forme véritable des ions, en supposant qu'ils sont sphériques, l'attraction électrostatique qui les tient liés ensemble doit être proportionnelle au produit de leurs charges électriques, et inversement proportionnelle au carré de la distance de leurs centres, qui est sensiblement égale à la somme de leurs rayons. Leur attraction varie, en outre, en raison inverse de la constante diélectrique du milieu. Une combinaison doit donc être d'autant moins dissociable que la charge de ses ions est plus grande et que leur volume est plus petit et il est à prévoir que, dans certains cas, elle ne manifeste plus aucune tendance à se dissocier, même en solution aqueuse.

D'après ce qu'on sait des volumes ioniques du chlore et du sodium, on calcule aisément que le travail nécessaire pour dissocier en ses ions une molécule de chlorure de sodium, supposée à l'état gazeux, est d'environ $5{,}4.10^{-12}$ ergs. L'énergie cinétique des molécules d'un gaz à la température ordinaire est en moyenne cent fois plus faible. En solution dans l'eau (constante diélectrique *80*), l'énergie de dissociation est 80 fois moins grande, soit du même ordre de grandeur que celle des chocs moléculaires. L'agitation thermique serait donc capable de dissocier le ClNa en milieu aqueux, mais non pas à l'état de vapeur.

Cette conception des composés hétéropolaires, malgré son extrême simplicité, s'adapte très bien à l'interprétation d'un grand nombre de faits observés. Elle ne s'applique pas seulement aux molécules isolées, mais aussi aux sels cristallisés.

L'étude de la constitution des cristaux des halogénures alcalins par le moyen des rayons X

1. L'idée que l'affinité résulte d'une attraction électrique entre les atomes n'est pas nouvelle. Elle a surgi déjà au début du siècle passé, à la suite des premières recherches systématiques sur l'électrolyse, mettant en évidence un rapport étroit entre les propriétés chimiques et les propriétés électrochimiques des éléments. Elle a donné lieu à deux doctrines de l'affinité, auxquelles s'attachent les noms de Davy et de Berzelius.

Pour Davy, les atomes ne sont pas électrisés dans leur état normal ; ils ne le deviennent que par contact. Un même atome, suivant la nature de ceux qui le touchent, acquiert une charge plus ou moins forte et qui peut même changer de signe. L'affinité n'est donc pas une qualité inhérente aux atomes à l'état neutre ; elle n'apparaît que dans certaines conditions, en même temps que la charge dont elle est une conséquence.

Selon Berzelius, au contraire, chaque atome possède une certaine polarité; il contient les deux électricités de signes contraires, mais en quantités inégales ; il y a ainsi des éléments positifs et des éléments négatifs dont les affinités mutuelles sont d'autant plus fortes que leur polarité est plus différente. Cette doctrine, qui conduit directement à la conception dualiste des combinaisons chimiques, a été généralement bien accueillie. Il ne semble pas que les contemporains de Berzelius aient été frappés par ce qu'il y a d'inadmissible dans le postulat fondamental. Ce qui lui a été fatal aux yeux des chimistes, c'est la découverte des composés qu'elle est incapable d'expliquer. La substitution, observée par Dumas, dans les composés organiques, de l'hydrogène positif par un élément négatif tel que le chlore, est incompatible avec la doctrine dualiste.

Quoique l'hypothèse de Berzelius ait eu un retentissement beaucoup plus grand que celle de Davy, il est remarquable que c'est plutôt cette dernière que les théories modernes font revivre sous une forme plus précise.

est particulièrement suggestive à cet égard. On sait, d'après les observations de W.-H et W.-L. Bragg, que dans un cristal de sel gemme ou de fluorure de lithium il n'y a plus de molécules. Chaque atome d'halogène est entouré de six atomes de métal, régulièrement disposés suivant les sommets d'un octaèdre, et vice versa. Or, une comparaison de l'énergie réfléchie par les plans réticulaires successifs d'un cristal de LiCl, formés par des atomes de fluor ou de lithium, a conduit Debye et Scherrer à la conclusion que ces atomes ne contiennent pas respectivement 9 et 3 électrons (comme les atomes neutres), mais 10 et 2. Le cristal n'est donc pas formé d'atomes neutres, mais de leurs ions.

Les recherches théoriques de Born et Landé sur la compressibilité des cristaux conduisent à la même conclusion. Partant de l'idée que la cohésion entre les ions Cl^- et les ions Na^+, disposés suivant les nœuds d'un assemblage réticulaire, résulte simplement de leurs attractions électrostatiques, ces deux savants ont pu calculer le coefficient de compressibilité des cristaux de chlorure de sodium et d'autres halogénures.

La concordance entre les prévisions théoriques et les données expérimentales apporte un sérieux appui à l'hypothèse que, dans ces cristaux, les atomes sont réellement à l'état d'ions, dont les électrons périphériques offrent une configuration cubique. En supposant une répartition des électrons en anneaux plans, selon l'idée primitive de Bohr, la comprsseibilité prévue est trop grande. Ces travaux sont également d'un grand intérêt en ce qu'ils confirment que non seulement l'affinité chimique, mais aussi les propriétés mécaniques de la matière, se réduisent, en dernière analyse, à des actions électrostatiques.

En se basant sur les mêmes principes, Born a calculé aussi l'énergie dégagée dans la formation d'un halogénure alcalin à partir de ses ions pris à l'état gazeux. Les résultats obtenus permettent de conclure que la chaleur émise dans la synthèse du sel solide est due essentiellement à l'union des ions. L'ionisation elle-même absorbe de l'énergie ou en dégage peu [1]. Il en est tout autrement si la réaction a lieu en milieu aqueux. L'ionisation, favorisée par la forte constante diélectrique du dissolvant, devient alors très exothermique et l'association des ions en molécules isolées ou en un édifice cristallin n'est plus qu'un phénomène secondaire, dont la tonalité thermique est relativement très faible.

Dans cette théorie des composés hétéropolaires, la dissociation électrolytique ou le passage d'un élément à l'état d'ions sont des phénomènes foncièrement différents. L'usage qui s'est introduit de les désigner l'un et l'autre du même nom d'*ionisation* correspond à une conception fausse et devrait être abandonné. Il n'y a pas d'ionisation dans la dissociation électrolytique, si les ions préexistent dans les molécules des sels.

On observe cependant, très souvent, un parallélisme frappant entre l'aptitude d'un élément à s'ioniser et la tendance de ses combinaisons à subir la dissociation électrolytique. C'est ainsi, par exemple, que la constante de dissociation des hydrates alcalins marche de pair avec le caractère positif du métal. L'hydrate de lithium, en particulier, est une base sensiblement moins forte que l'hydrate de sodium. Pareillement, les métaux alcalino-terreux, beaucoup moins positifs que les métaux alcalins, forment des bases moins dissociables.

Il serait facile de multiplier les exemples. La cause de cette relation est évidente. D'après la théorie de Kossel, la force qui, dans un sel ou dans l'hydrate d'un métal, maintient l'anion lié au cation a exactement la même origine que celle qui, dans l'atome neutre, retient les électrons périphériques et les empêche de se séparer en donnant naissance à des ions positifs. Toute cause, telle qu'un changement du volume de l'atome ou de sa charge interne, qui fait varier l'une de ces forces, doit donc aussi influencer l'autre dans le même sens.

Cependant ce parallélisme ne s'observe plus dans les familles d'éléments négatifs. Tandis que dans les halogènes la tendance à l'ionisation décroît graduellement du fluor à l'iode, l'acide fluorhydrique est moins dissociable que l'acide chlorhydrique, qui lui-même est un peu moins fort que les acides bromhydrique ou iodhydrique.

1. Nous avons déjà indiqué dans une note précédente comment ces résultats de Born ont permis de calculer la chaleur d'ionisation des halogènes, en utilisant une relation telle que:

$$Q_{ClNa} = L_{Cl} + L_{Na} + I_{Cl} + I_{Na} + U_{ClNa}.$$

D'après les résultats de Born, la formation de cristal de ClNa, à partir de ses ions gazeux Cl^- et Na^+, dégage par molécule-gramme *170* Cal. L'ionisation des deux éléments ($I_{Cl} = 119$ et $I^{Na} = -117$) ne produit que 2 Cal. La différence entre la quantité totale (172 Cal.) de chaleur dégagée dans ces deux phénomènes et la chaleur de formation du ClNa ($P^{ClNa} = 97{,}6$ Cal.) représente la chaleur absorbée dans la dissociation des molécules de chlore ($Cl_2 \rightarrow 2\,Cl$) et dans la vaporisation du sodium.

Dans le cas du chlorure de rubidium, l'énergie dégagée dans l'ionisation devient très sensible; elle est égale à 24 Cal. ($I_{Cl} = 119$ Cal. $I^{Rb} = +95$ Cal.); l'union des ions reste cependant la cause essentielle de l'énergie dégagée (155 Cal.).

Enfin, dans la formation du bromure ou de l'iodure de sodium, l'ionisation des éléments absorbe de la chaleur ($84 - 117 = -33$ Cal. pour BrNa et $87 - 117 = -40$ Cal. pour I Na), tandis que l'association des ions en un édifice cristallin dégage 160 Cal. pour le BrNa et 147 pour le INa.

Le groupe de l'oxygène donne lieu à des observations analogues.

La théorie de Kossel laisse bien prévoir ces faits. Nous avons déjà vu comment un accroissement du volume atomique entraîne un affaiblissement de la force par laquelle un atome d'un halogène tend à s'unir à un électron, en passant à l'état d'ion. Or, il est clair qu'un accroissesement du volume ionique diminue aussi la force qui dans l'acide lie l'ion hydrogène à celui de l'halogène. On conçoit donc que le fluor, plus facilement ionisable que le chlore, donne un acide FH, moins dissociable que ClH.

***

La théorie de Kossel conduit à une conception très simple de la valence.

Un atome, tel que celui de calcium, qui possède deux électrons périphériques, peut les céder, par exemple, à deux atomes de chlore, en donnant un ion Ca^{++} et deux ions Cl^{-}, capables de s'unir en une molécule $CaCl^2$. De même, un atome d'oxygène, dont la zone externe ne contient que six électrons, peut emprunter deux électrons complémentaires à deux atomes d'hydrogène ou de sodium, ou à un seul atome bivalent.

Rien ne permet de supposer que dans l'ion Ca^{++} deux électrons occupent une position singulière et ont un rôle spécial dans la formation de la molécule. Il n'y a donc pas lieu de penser que, dans la molécule $CaCl^2$, l'ion Ca met en jeu deux forces distinctes représentant deux valences. L'hypothèse la plus simple est qu'il agit sur les ions Cl^{-}, comme un seul tout, par le champ de force qu'il crée autour de lui. S'il se combine à deux atomes de chlore et non pas à un autre nombre, plus ou moins quelconque, c'est que son passage à l'état d'ion, dans sa réaction avec le chlore, est lié à la formation de deux ions Cl^{-} qui, en raison de leur charge négative, se trouvent soumis à son attraction.

Semblablement, si l'atome d'oxygène, dans la molécule d'eau, est uni à deux atomes d'hydrogène, ce n'est pas, d'après Kossel, qu'il en émane deux forces distinctes, mais simplement qu'en complétant sa zone périphérique, il a privé deux atomes d'hydrogène de leur électron.

Ces exemples suffisent pour comprendre comment une valeur déterminée de la capacité de combinaison d'un élément peut s'interpréter sans faire appel à la notion de valences distinctes qui semblait autrefois indispensable.

Il y a longtemps déjà que les chimistes ont été amenés à distinguer deux sortes de valences : les *valences négatives*, mises en jeu par un élément négatif, tel que le chlore ou l'oxygène qui s'unit à un élément positif comme l'hydrogène, et les *valences positives*, que possèdent les éléments positifs et qui sont saturées par les valences négatives.

On voit que la théorie dont j'expose les grands traits rend bien compte de cette distinction qui est fondamentale dans la chimie des composés hétéropolaires. Ces deux sortes de valences ont une origine différente et en quelque sorte opposée. Les valences positives (du sodium, du calcium, etc.) correspondent aux électrons capables de se détacher de l'atome ; les valences négatives (du chlore, de l'oxygène, etc.) sont attribuables à des places disponibles dans la zone périphérique.

Un même élément peut d'ailleurs intervenir avec des valences de polarité différente, suivant qu'il se combine à un élément plus positif ou plus négatif que lui-même. L'atome de chlore, qui possède une grande tendance à compléter sa zone périphérique et qui, en conséquence, se comporte ordinairement comme élément négatif univalent, pourrait aussi, dans des conditions favorables, céder ses sept électrons périphériques à un autre élément très négatif. C'est ainsi que Kossel interprète l'existence de l'acide perchlorique ClO^4H, où le chlore a sept valences positives. En raison de la force relativement grande qui, dans l'atome de chlore, s'oppose au départ des sept électrons externes, leur passage dans les sphères d'action des atomes d'oxygène n'a pas lieu spontanément ; il exige une forte dépense d'énergie ; la combinaison formée est donc peu stable.

Pareillement, le soufre qui dans SH^2 a deux valences négatives, correspondant aux deux places disponibles dans sa zone périphérique, forme avec l'oxygène le composé SO^3, et avec le fluor SF^6, où il intervient avec six valences positives, en cédant ses six électrons externes à l'oxygène ou au fluor.

Le chlore a une valence négative (ClH) et sept positives (ClO^4H) ; le soufre possède deux valences négatives (SH^2) et six positives (SO^3, SF^6). Dans l'un et l'autre cas, la somme des valences de polarité opposée que l'élément peut mettre en action est égal à *huit*. Cette relation n'est pas spéciale à ces deux éléments. Ainsi qu'Abegg l'a fait observer, il y a longtemps déjà, elle se vérifie généralement pour les éléments des petites périodes. Sa cause ressort si évidemment de ce qui vient d'être dit de l'origine des deux espèces de valences qu'il est inutile d'insister.

***

Je passe donc à un autre sujet, celui des composés complexes où les idées de Kossel éclai-

rent d'un jour nouveau plusieurs points obscurs de la théorie de Werner. Parmi ces combinaisons extrêmement nombreuses, il suffit de choisir un cas particulier.

Chacun sait que le chlorure de platine, $PtCl^4$, qui est incapable de se combiner au chlore pour former un chlorure supérieur, tel que $PtCl^6$, possède la faculté de s'unir à deux molécules d'acide chlorhydrique, avec formation d'acide chloroplatinique, $PtCl^6H^2$. Les travaux de Werner ont prouvé indubitablement que dans ce composé les six atomes de chlore sont directement liés à l'atome central de platine, tandis que les deux atomes d'hydrogène occupent une zone externe.

Pour rendre compte de ces faits et d'un grand nombre d'autres analogues, Werner a admis l'existence de deux sortes de valences : les *valences principales* et les *valences secondaires* dont le total, ordinairement égal à *6* ou à *4*, est *l'indice de coordination*.

Les valences principales ne sont autre chose que les valences ordinaires, seules prises en considération dans l'ancienne doctrine de l'affinité ; ce sont elles qui interviennent seules dans la formation du $PtCl^4$; le platine en possède donc quatre.

Les valences auxiliaires s'en distinguent par deux caractères essentiels :

1° Pour qu'elles entrent en jeu, il est nécessaire que préalablement les valences principales soient saturées ;

2° Elles sont incapables de lier des atomes pris à l'état neutre ; elles n'agissent que sur des ions libres ou des molécules déjà formées.

C'est par deux valences secondaires de l'atome central que la molécule de $PtCl^4$ s'associe à deux molécules d'acide chlorhydrique ou, ce qui est équivalent, à deux ions Cl. Cependant, il a été abondamment démontré que, dans l'acide $PtCl^6H^2$ ainsi formé, les six atomes de chlore, disposés suivant les sommets d'un octaèdre régulier, sont tous liés exactement de la même manière au platine. Ainsi les deux sortes de valences ne se distinguent que par les conditions dans lesquelles elles entrent en action ; dans la molécule une fois constituée, toute différence s'évanouit.

Malgré l'admiration que méritent les travaux de Werner, il faut reconnaître que sa théorie n'est guère qu'une traduction des faits expérimentaux et qu'elle est bien loin de satisfaire l'esprit. On ne comprend pas à quoi tiennent les différences entre les deux sortes de valences, ni pourquoi elles ne se manifestent pas dans les mêmes conditions et cependant s'identifient dès qu'elles sont saturées.

La théorie de Kossel permet de répondre à ces questions.

Nous connaissons déjà l'origine des valences principales. La formation du chlorure de platine est précédée d'une ionisation de ses composants. Dans cette substance, l'atome central, en raison de sa charge quadruple, exerce une forte attraction sur les quatre ions Cl qui l'entourent. Mais, pour s'unir à de nouveaux atomes de chlore neutres, il faudrait qu'il pût leur céder les électrons nécessaires à leur ionisation. Cette condition n'étant pas réalisée, l'atome de platine reste

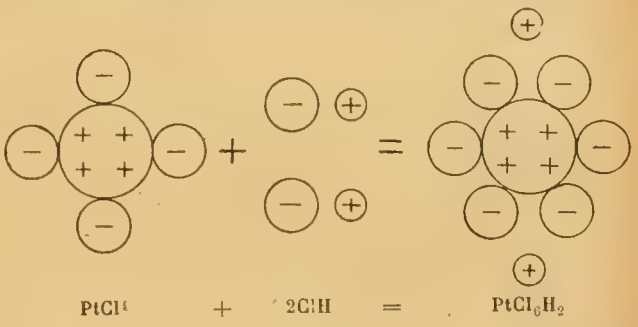


Fig. 2.

sans action sur le chlore libre. Mais, grâce à sa charge positive, il est capable de s'unir aux ions Cl qui existent en excès dans la solution. Le calcul indique que la fixation de deux de ces ions doit être accompagnée d'un dégagement de chaleur. La formation de l'acide chloroplatinique, représentée schématiquement dans la figure 2, devient donc parfaitement compréhensible.

Les caractères particuliers des valences secondaires s'expliquent aussi très simplement. On comprend qu'elles n'apparaissent qu'après saturation des valences principales et on conçoit, si la charge centrale agit également dans chaque direction, que tous les radicaux entourant le noyau prennent des positions équivalentes.

L'association du $PtCl^4$, ou de tout autre composé analogue, avec des substances telles que l'eau ou l'ammoniaque pourra s'interpréter de la même manière.

Quoique l'ammoniaque ne soit pas un électrolyte, elle contient, suivant Kossel, l'azote à l'état d'ions avec une triple charge négative, correspondant à ses trois valences principales. La formation du complexe $PtCl^4.2NH^3$ peut donc être conçue comme une conséquence de l'attraction entre les atomes de platine et d'azote électrisés de signes contraires.

Tandis que les composés à noyau positif sont très nombreux, ceux dont l'atome central est négatif sont relativement rares. Les plus importants sont précisément dérivés de l'ammoniaque.

En raison de la charge triple de l'atome d'azote, cette substance est capable de s'unir, non seulement à des composés tels que $PtCl^4$, mais aussi à de l'hydrogène ionisé. La formation du chlorure d'ammonium peut être représentée par le schéma suivant (fig. 3).

Ici de nouveau le calcul indique que l'association d'un ion H^+ et d'une molécule NH^3 est accompagnée d'un effet thermique positif. L'indice de coordination est égal à 4 dans les sels d'ammonium. Il en est de même dans les composés $AuCl^4K$, et BCl^4K qui se forment d'une manière analogue, mais dont l'atome central, d'or ou de bore, est positif.

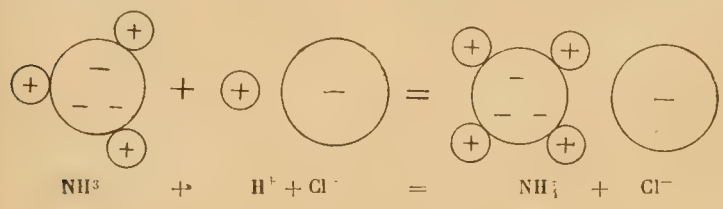


Fig. 3.

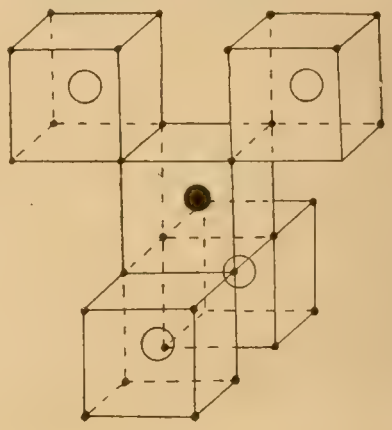
Les mêmes idées se prêtent également à l'interprétation des complexes d'autres types, auxquels il faut rattacher les associations de molécules de même espèce, comme il en existe dans les liquides dits anomaux, l'eau, l'ammoniaque, l'acide fluorhydrique, etc. Mais je ne puis ici analyser d'autres cas particuliers, car nous avons à nous occuper encore des substances homéopolaires.

*
* *

Les composés les plus importants de cette classe sont ceux du carbone. Cet élément se distingue par sa faculté de former des combinaisons d'une stabilité à peu près égale aussi bien avec l'hydrogène qu'avec des éléments très négatifs, tels que le chlore. En outre, le nombre de ses valences principales est égal à 4, comme son indice de coordination. Il n'a donc pas de valences secondaires. Enfin, ses atomes peuvent s'unir les uns aux autres en chaînes ou en anneaux très solides.

Pour rendre compte de tous ces faits qui impriment à la chimie du carbone un caractère très particulier, la théorie de Kossel n'est pas suffisante. La simple hypothèse d'une ionisation, exempte de toute considération relative à la forme des ions, est inopérante à l'égard de composés tels que CH^3Cl ou $CHCl^3$, où le carbone est lié à des éléments de polarité opposée. Elle est également inapte à expliquer l'enchaînement des atomes de carbone dans les hydrocarbures.

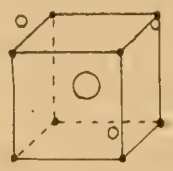
D'après la solution proposée par Lewis et développée par Langmuir, il se produit dans la molécule CCl^4, par exemple, une interpénétration des zones périphériques des atomes composants, de telle manière que chacun d'eux se trouve entouré d'un octet cubique de huit électrons (fig. 4). Mais ces cubes ne sont plus ici indépendants, comme dans les composés hétéropolaires. Chacun des octets du chlore a deux électrons communs avec celui du carbone. Les atomes de chlore se trouvent ainsi naturellement placés autour du carbone sur les sommets d'un tétraèdre, selon la conception classique.



CCl^4

Fig. 4.

Dans la molécule de méthane, les quatre électrons de l'hydrogène s'unissent de même aux quatre électrons du carbone en un octet cubique et il est à prévoir que les noyaux atomiques de l'hydrogène, en raison de leurs répulsions mutuelles, viennent aussi se placer vis-à-vis des arêtes du cube, suivant les sommets d'un tétraèdre régulier[1] (fig. 5).



CH^4

Fig. 5.

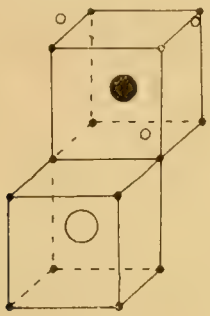
Cette conception fait disparaître toute difficulté dans l'interprétation des produits de sub-

1. Il est à remarquer que ces figures ne donnent qu'une image approchée de la configuration des électrons. Les octets du carbone et du chlore, par exemple, pris isolément, n'auraient pas les mêmes dimensions. Leur association doit donc entraîner leur déformation. De même, dans la molécule de méthane, la présence de l'ion H^+ vis-à-vis d'une arête doit provoquer un rapprochement des deux électrons situés à ses deux extrémités et l'octet doit prendre ainsi une symétrie tétraédrique.

stitution du méthane. Le chlorure de méthyle, par exemple, prend la configuration représentée dans la figure 6.

On peut concevoir d'une manière analogue l'enchaînement des atomes de carbone par des liaisons simples [1], ainsi que la plupart des combinaisons de la série aliphatique [2].

Il est à remarquer que, dans toutes ces molécules, une liaison simple entre deux atomes est réalisée essentiellement par deux électrons situés aux extrémités de l'arête commune à deux octets. On peut donc parler ici d'*électrons de valence*. Cette conception n'est d'ailleurs pas nouvelle. Il y a longtemps déjà qu'elle a été formulée par Ramsay et abondamment développée



CH^3Cl

Fig. 6.

par Stark, qui a cru pouvoir l'étendre à toutes les combinaisons, quelle qu'en soit la nature. Quoique cette généralisation ne semble plus justifiée aujourd'hui, les idées de Langmuir trouvent des applications nombreuses en dehors de la Chimie organique.

Entre les composés polaires et les combinaisons non polaires, il n'y a pas de limite tranchée ; il existe un grand nombre d'intermédiaires, vis-à-vis desquels la doctrine de Kossel, qui fait totalement abstraction de considérations structurales, se montre insuffisante.

C'est ainsi que les causes qui déterminent la configuration tétraédrique du méthane doivent se retrouver presque identiquement les mêmes dans l'ion NH^{4+}. Ce radical a donc très probablement la même structure que la molécule CH^4, dont il ne se distingue guère que par un excès d'électricité positive. S'il en est ainsi, il y a lieu de penser que, dans la molécule d'ammoniaque (NH^3), les trois atomes d'hydrogène sont aussi placés vis-à-vis de trois arêtes de l'octet entourant l'atome d'azote. Cette conception est en accord avec l'idée, fondée sur l'isomérie géométrique de certains composés d'azote (oximes), que les valences de cet élément ne sont pas dirigées dans un même plan.

Il n'est pas certain non plus que la molécule d'eau ait la symétrie qu'on lui attribue généralement. Certains faits, et en particulier la chaleur moléculaire de l'eau à l'état de vapeur, notablement supérieure à celle de l'oxygène ou de l'azote gazeux, semblent justifier l'opinion contraire. Ici de nouveau la conception de Kossel serait trop simple. Enfin, il n'est pas invraisemblable que la valeur de l'indice de coordination, généralement égal à six, et la configuration octaédrique des composés complexes, soient en rapport avec la forme cubique de l'octet central.

*
* *

On ne saurait se dissimuler que les hypothèses de Kossel et de Lewis-Langmuir, bien qu'elles s'adaptent à l'explication d'un grand nombre de faits expérimentaux, ne constituent pas une solution définitive du problème de l'affinité. Il n'est pas difficile de trouver des combinaisons qui sortent du cadre trop étroit qu'elles nous tracent. Elles ne donnent pas une explication suffisante des variations de l'atomicité d'éléments tels que le manganèse qui, selon les conditions, intervient avec 2, 3, 4, 6 ou 7 valences.

D'autre part, dans nombre de cas où elles laissent concevoir l'existence d'une combinaison donnée, elles ne permettent pas de prévoir ses propriétés caractéristiques. C'est ainsi que ni Kossel, ni Langmuir ne nous apprennent pourquoi la substitution de l'hydrogène par le chlore, ou le fluor, dans l'acide acétique, par exemple, augmente la force de l'acide.

Kossel a tenté d'expliquer pourquoi les hydrates des oxydes supérieurs (MnO^4H^2, MO^4H, CrO^4H^2, etc.) sont des acides, tandis que ceux des oxydes inférieurs sont généralement basiques. Il serait exagéré de dire qu'il ait complètement réussi.

On a bien l'impression que les théories élaborées jusqu'ici sont trop simples et qu'il n'a pas été tenu compte de tous les facteurs qui interviennent dans les liaisons entre atomes. On remarquera, en particulier, qu'il a été fait totalement abstraction des mouvements des électrons périphériques, qui vraisemblablement ont aussi un rôle qui n'est pas négligeable. L'ignorance dans

1. Dans une double liaison, les deux octets cubiques auraient une face commune, ou en d'autres termes, 4 électrons communs.

2. Un cas particulièrement simple est représentée par un cristal de diamant qui, d'après les recherches de Bragg, doit être assimilé à une énorme molécule où chaque atome de carbone est entouré de quatre autres, disposés suivant les sommets d'un tétraèdre régulier. Les liaisons résultent ici, comme dans les hydrocarbures, d'une interpénétration des zones périphériques de manière que chaque atome se trouve entouré d'un octet cubique. La dureté du diamant serait une conséquence de la solidité de ces liaisons.

laquelle nous sommes à l'égard de ces mouvements constitue une grave lacune dans nos doctrines de l'affinité.

L'histoire de la molécule d'hydrogène, la plus simple de toutes, est propre à donner une idée des difficultés auxquelles on se heurte dès que l'on cherche à serrer de près le problème de l'union des atomes. Chacun connaît l'image de cette molécule, proposée par Bohr et dans laquelle les deux électrons diamétralement opposés décrivent une même orbite circulaire, dans un plan normal à l'axe qui joint les deux noyaux.

Les recherches théoriques faites en vue de vérifier si ce modèle s'accorde avec les propriétés de l'hydrogène ont donné d'abord des résultats favorables. Debye a montré qu'il rend bien compte de la dispersion de la lumière dans ce gaz. Les mesures de la chaleur de dissociation de l'hydrogène en ses atomes ont donné des résultats moins satisfaisants ; il n'y a concordance avec la valeur prévue que dans l'ordre de grandeur; l'écart est d'environ 25 %. Puis on a fait observer que la molécule de Bohr, en raison du mouvement circulaire des deux électrons, doit posséder un moment magnétique; chaque molécule représente un petit aimant qui devrait s'orienter dans un champ magnétique parallèlement à la direction des lignes de force. L'hydrogène, en d'autres termes, devrait être paramagnétique; en fait, il est diamagnétique. L'image de Bohr ne correspond donc pas à la réalité. D'autres solutions moins simples ont été proposées, mais n'ont pas encore été soumises à l'épreuve du contrôle expérimental.

Le fait que nous ne connaissons pas d'une façon précise la constitution de la plus simple de toutes les molécules met en lumière, d'une manière frappante, combien nous sommes éloignés d'une solution définitive du problème de l'affinité. La théorie actuelle se réduit à quelques principes qui ne constituent encore qu'un schéma trop simple pour rendre compte de l'extrême complexité des faits observés.

Cependant, si nos conceptions sont encore dans un état rudimentaire et si, dans nos affirmations, la prudence est de rigueur, les questions qui attendent encore une solution et les difficultés qui subsistent ne doivent pas faire méconnaître l'importance des résultats acquis. Il n'y a pas un quart de siècle qu'on ignorait tout de l'origine de l'affinité. Le chemin parcouru dès lors nous laisse loin du but, mais il y a lieu de croire que nous nous en sommes rapprochés. Pour aller plus loin encore, il faudra la collaboration étroite des physiciens et des chimistes ; ce n'est pas notre génération, sans doute, qui verra l'achèvement du vaste problème dont la solution sera pour la Chimie l'aurore d'une ère nouvelle.

A. Berthoud,
Professeur de Chimie physique
à l'Université de Neuchâtel.

BIBLIOGRAPHIE

Ouvrages d'ensemble sur la structure atomique

A. Sommerfeld : *Atombau u. Spektrallinien*. Vieweg, Braunschweig.

E. Bauer : *La théorie de Bohr. Constitution de l'atome et la classification périodique*.

A. Berthoud : *La constitution des atomes*. Payot, Paris, 1922.

A. Berthoud : *Les conceptions nouvelles de la matière et de l'atome*. Doin, Paris (sous presse).

A. Lepape : *La discontinuité et l'unité de la matière*. Conférence faite au Collège de France.

Théorie générale de l'affinité et de la valence

Abegg : *Ber. d. Deut. Chem. Ges.*, t. XXXVIII, p. 1386-2330 (1905); *Zeit. f. anorg. Chem.*, t. XXXIX, p. 330 (1904); t. L., p. 309 (1906).

J. J. Thomson : *Phil. Mag.*, vi, t. XXVII, p. 756 (1914); t. XLI, p. 510 (1921).

J. Stark : *Elektricität im chemischen Atom. Prinzipien der Atomdynamik*. Hirzel, Leipzig, 1915.

W. Kossel : *Ann. d. Physik*, (4), t. XLIX, p. 229 (1916); *Naturwissenschaften*, t. VII, p. 339 (1919); *Zeit. f. Physik*, t. I, p. 395 (1920).

Mc Lewis : *J. Amer. Chem. Soc.*, t. XXXV, p. 1448 (1913); t. XXXVIII, p. 762 (1916).

Langmuir : *J. Amer. Chem. Soc.*, t. XLI, p. 868, p. 1453 (1919); t. XLII, p. 274 (1920).

Hauptversammlung d. D. Bunsen Gesell. : *Zeit. f. Elektroch.*, t. XXVII (1920).

Bury : *J. Amer. Chem. Soc.*, t. XLI, p. 1602 (1921).

Chaleur de formation et compressibilité des cristaux, charge de leurs ions

Born et Landé : *Verhand. d. D. Phys. Ges.*, t. XX, p. 210 (1918).

Born : *Id.*, t. XXI, p. 13, 533 (1919); Born et Mlle Bormann : *Id.*, t. XXI, p. 733 (1919); *Zeit. f. Physik*, t. I, p. 250 (1920); Born et Gerlach : *Zeit. f. Physik*, t. I, p. 423 (1921).

E. Madelung : *Phys. Zeit.*, t. XIX, p. 524 (1918).

Fajans : *Verhand. d. D. Phys. Ges.*, t. XXI, p. 539 (1919).

Debye et Scherrer : *Phys. Zeit.*, t. XIX, p. 474 (1918).

Energie d'ionisation des éléments

Franck et Hertz : *Verhand. d. D. Phys. Ges.*, t. XIII, p. 967 (1911); t. XIV, p. 167 (1912); t. XV, p. 34, 373, 613, 629 (1913); t. XVI, p. 12, 457 (1914); *Phys. Zeitsch.*, t. XVII, p. 409, 430 (1916); t. XX, p. 132 (1919).

Franck : *Zeit. f. Physik.*, t. V, p. 428 (1921).

Born : *Verhand. d. D. Phys. Ges.*, t. XXI, p. 679 (1919).

Fajans : *Verhand. d D. Phys. Ges.*, t. XXI, p. 714, 723 (1919).

Haber : *Verhand. d. D. Phys. Ges.*, t. XXI, p. 750 (1919).

Nombre d'électrons dans les différentes zones

Ladenburg : *Zeit. f. Elektroch.*, t. XXVII, p. 264 (1920).

Kirchhof : *Zeit. f. Phys. Chem.*, p. 626 (1919).

De Broglie et Dauvillier : *Comptes rendus*, t. CLXXII, 650 (1921).

Dauvillier : *J. Chim. Phys.*, t. XXIX, p. 346 (1921).

Molécule d'hydrogène

N. Bohr : *Phil. Mag.*, t. XXVI, p. 1, 26 (1913).

Debye : *München. Ber.* (1915), p. 1.

Sommerfeld : *Atombau u. Spektrallinien*, ch. iv, § 6.

Lenz : *Ber. d. Deut. Phys. Ges.*, t. XXI, p. 632 (1919).

Laski : *Phys. Zeit.*, t. XX, p. 269 (1919).

LA VITESSE-LIMITE DE LA LUMIÈRE ET LE FINITISME

Dans son récent article, exposant la discussion Einstein au Collège de France, M. Ch. Nordmann dit, en terminant [1] :

« Mais, en tout état de cause, il reste quelque chose d'infiniment troublant dans le système einsteinien. Il est admirablement cohérent ce système, mais il repose sur une conception particulière de la propagation de la lumière. Comment est-il imaginable que la propagation d'un même rayon lumineux soit identique pour un observateur qui fuit devant lui, et pour un autre qui vole à sa rencontre ? Si cela est possible, c'est en tout cas absolument inconcevable à notre mentalité ancestrale, et nous ne pouvons pas nous représenter, quelque effort que nous fassions, le mécanisme, la nature de cette propagation.

« A coup sûr, il doit y avoir, dans le rôle que joue le nombre qui exprime la vitesse toujours invariable de la lumière, quelque profonde réalité substantielle, cachée et subtile, qui nous échappe encore. Cela doit être, à en juger par les étonnantes conséquences vérifiées qu'Einstein a su tirer de cette base mystérieuse.»

En écrivant les lignes qui suivent, l'auteur espère pouvoir jeter quelque lueur dans un si grand mystère.

***

Il y a une *seule* explication rationnelle pour le fait de la vitesse-limite de la lumière : c'est celle donnée par la doctrine *finitiste* de l'espace et du temps.

***

La doctrine finitiste de l'espace et du temps a été formulée sous deux formes bien distinctes : le finitisme *uniforme* et le finitisme *biforme*.

Le finitisme uniforme affirme que l'espace se compose d'*une seule espèce* de points juxtaposés, et le temps d'une seule espèce d'instants (d'instants du changement).

Le finitisme biforme (qui a été élaboré pour la première fois par l'auteur de cet article [2] en 1904) affirme, au contraire, que l'espace et le temps sont composés de *deux* sortes d'éléments, l'espace de points et de distances minimes, le temps d'instants du changement et d'intervalles de non-changement [1].

Pour expliquer la différence dans les vitesses du mouvement, le finitisme uniforme est obligé de supposer que le temps est interrompu par des intervalles non-temporels de repos, tandis que ces intervalles font partie intégrante du temps d'après le finitisme biforme.

Selon le finitisme uniforme, lorsqu'un point matériel mobile occupe *chaque* point de l'espace pendant *un seul* instant du temps, la vitesse du mobile représente la *plus grande* vitesse possible. Car si le mobile s'arrête en certains points d'espace *plus* d'un instant (moins il ne le peut guère), le temps du mouvement n'est plus uniforme, mais interrompu par des intervalles de repos, et partant la vitesse du mouvement est plus petite que la vitesse maximale.

D'après le finitisme biforme, quand un point matériel mobile occupe *chaque* point de l'espace pendant un intervalle de repos *minime*, la vitesse du mouvement sera la *plus grande* possible. Car si l'intervalle de repos, pendant lequel le mobile s'arrête aux points de l'espace, est plus grand que l'intervalle minime, la longueur parcourue par le mobile pendant le même temps sera plus courte et par conséquent sa vitesse plus petite!

***

Comme on le voit, le mouvement *doit* posséder une *vitesse maximale* d'après la doctrine finitiste de l'espace et du temps.

Mais, d'autre part, d'après cette même doctrine, l'espace et le temps doivent être conçus comme *absolus*, et cela même en un sens encore plus strict qu'ils ne le sont — quand ils le sont — d'après la doctrine infinitiste.

Parce que, si l'espace et le temps sont continus, l'unité de mesure des longueurs et des temps n'est que *relative*, tandis que, dans la doctrine finitiste (biforme), la distance minime de l'espace et l'intervalle minime du temps représentent des unités de mesure *absolues* (la grandeur des points dans l'espace et celle des instants dans le temps étant zéro [2]).

1. CHARLES NORDMANN : Einstein expose et discute sa théorie. *Revue des Deux Mondes* du 1er mai 1922, p. 165-66.

2. Comp. B. PETRONIEVICS : Principien der Metaphysik, I er. Bd. 1te Abth. : *Allgemeine Ontologie und die formalen Kategorien*. Mit einem Anhang : *Elemente der neuen Geometrie*. Carl Winter's Universitätsbuchhandlung, Heidelberg, 1904 (Voir le compte rendu de L. COUTURAT dans le « *Bulletin des Sciences mathématiques* », 1905.)

1. On trouvera un court exposé de ma doctrine finitiste, en comparaison avec la doctrine finitiste uniforme, dans mon article « Le Finitisme, comme doctrine philosophique française du XIXe siècle » dans « *Le Monde nouveau* », avril 1920, p. 1402-405.

2. Que la géométrie discrète n'est possible qu'en supposant que la grandeur de la distance minime de l'espace soit égale à *l'unité* et celle du point à *zéro*, on en trouvera une démonstration rigoureuse pour la vérité de cette affirmation dans mon article « Ueber die Grosse der unmittelbaren Berührung zweier Punkte. Beitrag zur Begründung der discreten Geometrie » dans « *Annalen der Naturphilosophie* », 1905.

Ainsi, une longueur discrète et un intervalle temporel discret (une partie de temps discret) ne peuvent jamais devenir *plus petits* ni *plus grands* qu'ils ne sont en soi, tandis que cela reste possible, au moins formellement, pour une longueur et un intervalle continus.

*
* *

L'espace et le temps étant absolus, il y a lieu de distinguer, à côté de la vitesse *absolue* d'un mobile (c'est-à-dire de sa vitesse par rapport à l'espace immobile), la vitesse relative du même mobile par rapport à d'autres mobiles. Et il est bien évident qu'un mobile ne possède qu'*une seule* vitesse absolue, tandis qu'il peut avoir *plusieurs* vitesses relatives en même temps.

Or, comme la vitesse absolue possède, dans l'hypothèse finitiste, une valeur numérique qu'elle ne peut pas dépasser, il en est de même pour la vitesse relative.

Supposons, en effet, deux mobiles animés de vitesses absolues maximales : si leurs directions de mouvement sont parallèles, leur vitesse relative sera nulle.

Mais si ces directions sont de sens opposé (convergent ou divergent), la vitesse relative de chacun de ces mobiles par rapport à l'autre sera évidemment le double de leur vitesse absolue. Le *double* de la vitesse maximale absolue représente donc, dans l'hypothèse finitiste, la *vitesse maximale relative*.

Supposons maintenant, à côté de ces deux mobiles animés de vitesses relatives maximales l'un par rapport à l'autre, un troisième mobile animé d'une vitesse absolue *plus petite* que la vitesse maximale absolue.

Qu'arrivera-t-il alors ? La vitesse *relative* de chacun des deux mobiles sera évidemment *plus petite* par rapport à ce troisième mobile que leur vitesse relative maximale. Par conséquent, la vitesse absolue de ce troisième mobile ne pourra *ni augmenter, ni diminuer* cette vitesse relative maximale que possèdent déjà les deux mobiles.

*
* *

Appliquons maintenant les principes énoncés ci-dessus à la question de la vitesse limite de la lumière.

S'il se confirme définitivement que cette vitesse représente vraiment la vitesse maximale réalisée dans la nature et qu'elle ne peut pas être augmentée ni diminuée par la vitesse de n'importe quel mobile, qui fuit ou qui va à la rencontre d'un rayon lumineux[1], on devra conclure qu'il s'agit là vraiment de la vitesse maximale des finitistes[1].

Mais la question reste alors ouverte de savoir si c'est la vitesse maximale absolue ou relative qui s'y trouve réalisée.

Parce que, si c'est la vitesse relative, il faudrait alors admettre que chaque rayon lumineux se propage en sens opposé par rapport à un autre rayon lumineux, et qu'en mesurant la vitesse de la lumière nous mesurons toujours la vitesse relative d'un rayon lumineux.

Par contre, si c'est la vitesse maximale absolue qui se manifeste dans la vitesse limite de la lumière, il faudrait alors supposer, — l'espace et le temps étant absolus dans l'hypothèse finitiste, — que ce sont nos appareils physiques qui ne sont et ne seront jamais capables de nous révéler l'augmentation ou la diminution qu'éprouve objectivement cette vitesse-limite par rapport à un corps mobile (par rapport à la Terre dans l'expérience de Michelson par exemple).

Cette deuxième alternative, quoique paradoxale, pourrait néanmoins être vraie. Mais je ne saurais apporter en sa faveur qu'une simple analogie (analogie trompeuse peut-être.)

Quand nous nous trouvons dans un train en mouvement qui va à la rencontre d'un autre train en mouvement, on sait que, dans notre perception sensible, la vitesse de ce deuxième train s'ajoute à la vitesse de notre propre train, lorsque celui-ci reste en repos pour notre perception. Supposons maintenant que le train, qui passe devant notre train en mouvement, le fasse avec la vitesse maximale des finitistes. Alors, dans l'hypothèse finitiste, la vitesse de notre train ne s'additionnera plus, pour notre perception sensible, à la vitesse maximale absolue du train en passage, l'espace et le temps subjectifs étant, eux aussi, d'après cette hypothèse, discrets, et par conséquent ne permettant pas à notre perception d'apercevoir une vitesse plus grande que celle de la vitesse maximale absolue.

Est-ce que nos appareils physiques jouent le même rôle à l'égard de la vitesse-limite de la lumière, que joueraient certainement nos sens par rapport à la vitesse maximale absolue du train dans notre exemple ?

Je pose la question sans pouvoir donner une réponse. Je laisse aux physiciens le soin d'y répondre ; je n'ai voulu, comme je le disais au début, que jeter une lueur dans un mystère.

Branislav Petronievics,
Docteur en philosophie.

1. Dans la théorie de relativité généralisée, la vitesse de la lumière peut être *diminuée*, il est vrai, par la déviation d'un rayon lumineux dans un champ de gravitation suffisamment fort, mais cette diminution affecte, dans l'hypothèse finitiste, la vitesse *absolue* et non la vitesse relative de la lumière (c'est-à-dire sa vitesse par rapport à un corps mobile).

1. La théorie des quanta est une autre théorie physique qui plaide, au moins indirectement, en faveur de l'hypothèse finitiste de l'espace et du temps.

BIBLIOGRAPHIE

ANALYSES ET INDEX

1° Sciences mathématiques

Geffroy (J.), *Professeur à l'Ecole Centrale.* — **Traité pratique de Géométrie descriptive.** — 1 *vol. in*-16 *de* 188 *pages, de la* Collection Armand Colin (*Prix* : 5 *fr.*). *Librairie Armand Colin, éditeur, Paris*, 1922.

Cet ouvrage est un traité très élémentaire de Géométrie descriptive, avec des applications à la stéréotomie et à la charpente.

Pour montrer le caractère de ce livre, une analyse très brève suffira.

Il y a six chapitres, plus des sujets d'épures.

Le premier chapitre concerne le point, la droite, le plan. La géométrie cotée et la géométrie à deux projections n'y sont pas séparées. Outre l'avantage de la brièveté, cette manière de faire a celui de familiariser de suite le lecteur avec le passage d'un système à l'autre, en choisissant comme on veut le plan vertical.

Le chapitre II (Méthode graphique) contient les changements de plans, les rabattements et les rotations. C'est ce chapitre qui contient l'idée saillante de l'ouvrage : c'est la transformation générale consistant à amener deux plans rectangulaires quelconques à être les plans de projection ; l'utilité d'une pareille transformation apparaît dans le dernier chapitre.

Le chapitre III contient les problèmes relatifs aux distances et aux angles, et le suivant les polyèdres et leurs ombres.

Le chapitre V contient les applications. On y voit l'utilité de la transformation générale du chapitre II. Après des considérations générales sur la stéréotomie et la charpente, l'auteur étudie plus en détail les pièces d'une coupe biaise, chevrons et empanons, et en particulier l'empanon déversé, qui servait autrefois d'épreuve pour la réception des compagnons charpentiers.

Dans ces épures l'auteur emploie, comme je l'ai déjà dit, les méthodes du chapitre II. Bien que ces constructions soient des applications pures et simples de ces méthodes, on ne parvient à les faire sans s'embrouiller que si on possède très bien la matière du chapitre II. Pour étudier ces questions avec fruit, il faut faire soi-même les épures.

Le chapitre VI est consacrée à l'homologie plane ; enfin des sujets d'épures terminent le volume et permettent au lecteur de s'exercer, ce qui est indispensable.

La descriptive est une science éminemment pratique ; trop souvent l'élève ne s'en doute pas. Ce petit ouvrage le montre, et peut servir d'introduction à l'étude de la coupe des pierres et de la charpente.

J. Richard,
Professeur au Lycée de Châteauroux.

Poincet, *Professeur à l'Ecole d'application du Génie maritime.* — **Turbines à vapeur.** — 1 *vol. in*-16 *de* 340 *pages, avec* 181 *figures, des* Grandes Encyclopédies Industrielles (*Prix* : 35 *fr.*). *J.-B. Baillière et fils, éditeurs, Paris*, 1922.

Goudie (William), *Professeur du cours de Machines thermiques à l'Université de Londres.* — **Les turbines à vapeur.** *Traduit par* Benjamin Giraud. — 1 *vol. in*-16 *de* 534 *pages, avec* 230 *figures* (*Prix* : 50 *fr.*). *Dunod éditeur, Paris*, 1921.

Le prodigieux développement pris par les groupes électrogènes à turbines à vapeur, au cours des dernières années, et la situation hors de pair qu'ils occupent désormais dans les grandes Centrales thermiques, concentrent sur ces remarquables machines l'attention non seulement des techniciens de la construction mécanique, mais de tous ceux qui s'intéressent en général aux puissances motrices et en particulier à la production de l'énergie électrique. Il n'est donc pas étonnant que la littérature des turbomoteurs s'enrichisse chaque jour d'œuvres nouvelles consacrées à leur étude théorique et pratique, s'adressant aux lecteurs de tout savoir et de toute compétence,

Voici trois de ces ouvrages parus presque en même temps.

Ils portent le même titre, mais se différencient l'un de l'autre par une caractéristique d'espèce : le premier fait partie d'une Encyclopédie scientifique, tandis que le dernier est une publication indépendante, dont le plan n'est surbordonné à aucune coordination d'ensemble. Avant de rendre compte du contenu de ces ouvrages, que nous rapprochons, sans avoir nullement le dessein de les mettre en parallèle, il nous paraît utile de les spécifier par le genre auquel ils appartiennent. Il en ressortira une première indication pour les acheteurs éventuels ; à valeur égale, ces deux livres peuvent en effet convenir plus particulièrement à telle ou telle catégorie d'intelligences et répondre à des goûts et à des besoins divers.

Les Encyclopédies scientifiques se multiplient ; chaque grande maison d'édition aura bientôt la sienne, à laquelle on s'efforce de donner, sinon une utilité distincte, du moins une physionomie particulière.

Le concept primitif de ces collections a évolué, moins dans le programme imposé à leur rédaction que dans la forme matérielle des volumes qui les composent. Les uns, et c'est encore le plus grand nombre, fidèles à la première idée, constituent un groupement de manuels, d'aide-mémoire, de mises au point, petits livres du format in-18 ou in-16, d'un prix accessible à toutes les bourses, livres de voyage plutôt que de cabinet, d'une dimension qui permet de les mettre en poche, d'un maniement commode. On dirait des fragments d'un dictionnaire, dont les articles copieusement développés forment des fascicules séparés, répondant à la demande individuelle de chacun, susceptibles

isolément de réédition, s'ils rencontrent de la part du public assez de faveur pour être épuisés, ce qui n'arrive pas à tous. Ce sont des instantanés, retraçant l'état actuel d'une science, que l'on tient à jour. Leur ensemble constitue une anthologie, à laquelle des maîtres éminents et les écrivains les plus autorisés donnent une valeur incontestée, quelquefois vraiment remarquable.

Mais d'autres projets d'encyclopédies ont surgi. Découpant la science en tranches plus épaisses, on s'est proposé de composer des Bibliothèques, dont les unités ont plus d'importance : la matière de chaque volume n'est plus de 300.000 lettres environ, mais de plus du double; le format a augmenté ainsi que le prix. On paraît s'adresser à un autre public, auquel on annonce une Grande Encyclopédie. Les auteurs ne sont plus astreints à autant de concision; on ne leur demande plus d'écrire un livre de lecture, mais un livre d'étude; on cherche moins à être utile à la culture générale des non-spécialisés qu'à l'instruction particulière du technicien. Présentées sous des couvertures de même couleur, ces œuvres forment encore un ensemble, dont les éléments sont conçus vraisemblablement dans le même esprit, et qui s'étaient les uns sur les autres. On n'ose sans doute pas afficher la prétention de supplanter les Traités complets possédant une documentation, une originalité personnelle, résumant quelquefois une vie d'expériences et d'études inlassablement poursuivies durant une longue carrière dans une direction unique, mais on fait entendre qu'on a extrait la quintessence de ces ouvrages, et qu'on les a résumés dans ce qu'ils ont d'essentiel. On espère atteindre de la sorte de plus larges couches de lecteurs; c'est un vœu qui se réalisera peut-être, si l'on sait s'y prendre.

C'est dans ce dernier cadre que rentre l'ouvrage de M. Poincet.

L'auteur débute par des généralités, relatives au diagramme entropique de la vapeur d'eau et à l'écoulement des fluides : elles s'adressent à un lecteur déjà averti, attendu qu'elles traitent de la représentation entropique des phénomènes irréversibles. Viennent ensuite les tuyères, et une classification, basée sur le rapport de la vitesse circonférencielle de la roue à la vitesse de la vapeur à la sortie du distributeur. L'étude des pertes et du fonctionnement à un régime donné conduit aux calculs d'un projet.

Un court chapitre est accordé à la description de trois types de turbines fixes, de Laval, Parsons et Ljungström, alors que deux autres chapitres font une large place aux turbines marines, de la page 109 à la page 152. L'auteur traite ensuite quelques questions de construction, puis il examine les appareils auxiliaires et notamment les condenseurs. Après avoir décrit les instruments et procédés de mesure, il passe aux dispositifs destinés à améliorer le rendement d'une installation de turbines, spécialement à bord des navires, auxquels il s'intéresse particulièrement. En quelques pages est discuté l'avenir des turbines à gaz, auquel M. Poincet ne croit guère, avec raison. Enfin un dernier chapitre réunit des études diverses, indépendantes les unes des autres, qui auraient peut-être gagné à être plus étroitement incorporées au corps de l'ouvrage.

Le réseau entropique est tracé sur une belle planche de grande dimension, mesurant 47 sur 57 centimètres.

Les éditeurs ont apporté un soin louable à l'exécution typographique du texte et au dessin des figures.

Si nous passons maintenant à l'ouvrage de M. Goudie, nous lisons dans la préface : « Ce livre a été écrit principalement pour répondre aux besoins des élèves ingénieurs, mais nous espérons que les méthodes de calcul qui y sont exposées seront également utiles aux ingénieurs qui s'occupent du calcul ou de l'exploitation des turbines à vapeur. » Nous sortons donc de l'ouvrage de série encyclopédique, et trouvons un Traité *ex professo*, enseigné par un maître à de jeunes gens, qui pourront s'appliquer à la construction des turbomoteurs ou être appelés à diriger des Centrales actionnées par des turbines. L'ouvrage revendique un caractère théorique et pratique, mais l'auteur s'impose de rester dans « les limites dans lesquelles la théorie a reçu la consécration de la pratique »; il ne s'agit plus ici de meubler l'esprit de considérations générales, ni seulement de se rendre compte du fonctionnement d'une remarquable machine thermique, mais de former des techniciens de la turbine.

En donnant la suite des chapitres, nous ferons voir comment cet objectif est atteint.

Chapitres I à V : classifications et descriptions.

Chapitres V et VI : étude des propriétés de la vapeur.

Chapitres VII à IX : tuyères, aubages, rotors.

Chapitres X à XII : pertes et rendements.

Chapitres XIII, XIV et XV : calculs et exemples.

Le dernier chapitre traite de la régulation; la description des condenseurs n'a pu être abordée, parce qu'elle aurait exigé de trop longs développements.

L'abaque classique pour la détermination des volumes spécifiques de la vapeur d'eau termine le livre.

Ecrit en anglais, cet ouvrage est ordonné avec une méthode toute française, logique et claire : c'est un cours qui a subi l'épreuve de l'enseignement. Les exemples numériques sont nombreux et propres à faciliter les applications; les figures, nettes et faciles à lire. La documentation est assez abondante et les sources d'information sont indiquées en note : on peut regretter qu'elles soient presque uniquement d'origine britannique et semblent ignorer les travaux de la science française.

Un index alphabétique augmenterait le coefficient d'utilisation de cet important travail, riche en renseignements de tout genre, au milieu desquels on risque de se perdre.

AIMÉ WITZ,
Correspondant de l'Institut.

2° Sciences physiques

Weyl (H.), *Professeur à l'Ecole Polytechnique de Zurich.* — **Temps, Espace, Matière** (LEÇONS SUR LA THÉORIE DE LA RELATIVITÉ GÉNÉRALE, *traduites sur la quatrième édition allemande par* G. JUVET *et* R. LEROY). — 1 *vol. gr. in-8° de* VI-290 *p.* (*Prix :* 20 *fr.*). *Albert Blanchard, éditeur, Paris,* 1922.

Toutes les personnes qui s'intéressent à la théorie de la relativité, autrement que par son côté purement philosophique et ses conséquences d'apparence paradoxale,

seront reconnaissantes à M. G. Juvet de commencer la collection de ses monographies scientifiques étrangères par la traduction (sur la quatrième édition allemande) du livre de Weyl. Cet ouvrage, qui a eu dans ses quatre éditions originales un succès considérable, a été pendant longtemps le seul traité scientifique condensant et groupant les différents aspects mathématiques et physiques du problème de la relativité. Ce n'est pas qu'à mon avis il faille regarder comme définitif tout ce que contient le livre ; M. Weyl, en effet, ne s'est pas contenté d'exposer ce que la théorie pouvait jusqu'à aujourd'hui présenter d'immuable, il a développé tout ce qu'a donné une application des principes poussée jusqu'à ses dernières limites et dans la troisième et la quatrième édition il a apporté pour sa part un important complément à l'édifice; il n'est donc pas étonnant que, dans ces conditions, certains points puissent être appelés à subir des remaniements; l'utilité d'ouvrages comme celui-ci consiste du reste à les préparer en exposant les idées nouvelles et en mettant en regard les points de vue des différents auteurs.

L'ouvrage commence par une introduction purement philosophique sur le mécanisme de notre perception de l'univers, et transposer ces considérations souvent subtiles a dû être pour les traducteurs un début épineux. Beaucoup de nos physiciens et de nos philosophes qui parcourraient cette introduction d'un œil rapide seraient sans doute choqués d'y lire, par exemple, que « les couleurs sont en *réalité*, non pas des vibrations de l'éther, mais des fonctions mathématiques de quatre arguments, correspondant aux trois dimensions de l'espace et à l'unique dimension du temps ». C'est que, moins encore que tout autre, le livre ne se laisse pas découper en morceaux isolés et qu'il est nécessaire, pour comprendre pleinement la pensée de l'auteur, de le lire en entier.

Le premier chapitre est consacré à une revision des bases de la Géométrie, revision systématique, mise sous la forme la plus apte à éviter des erreurs d'intuition et en même temps à être généralisée à plus de trois dimensions. Puis l'auteur nous initié au calcul tensoriel. Le tenseur est l'instrument mathématique nécessaire pour la suite; la définition et les propriétés en sont exposées avec beaucoup de détails et sur de nombreux exemples. Parmi ceux-ci, un des plus saisissants pour le profane est celui du moment d'une force par rapport à un point. Nous avons l'habitude de représenter ce moment par un vecteur parce que trois nombres suffisent à le caractériser; or cette coïncidence du nombre de coordonnées du moment et du vecteur est purement fortuite et n'a lieu que parce que nous sommes dans un espace à trois dimensions; en réalité, le moment est un tenseur (d'une espèce particulière, du reste). C'est cette nature spéciale du moment, distincte de celle de la force par exemple, qui fait qu'en Géométrie plane un nombre suffit seul à le caractériser alors qu'il en faut encore deux pour le vecteur. Il existe en Physique beaucoup de quantités de ce genre ; leur confusion avec des vecteurs peut procurer des avantages formels de notations, mais risque de nous donner des idées fausses sur la structure des champs, idées auxquelles nous n'aurions pas été exposés si nous nous étions trouvés vivre dans un monde à quatre dimensions spatiales. Enfin quelques pages sur le champ électrique stationnaire terminent cette première partie.

Le chapitre II est consacré à l'étude du continuum métrique et de la géométrie riemannienne, que la théorie arrivera peu à peu à substituer à la conception euclidienne courante de l'espace. L'auteur expose la notion fondamentale, due à M. Levi-Civita, du déplacement parallèle d'un vecteur. Ici encore, dans ce chapitre du calcul tensoriel, des modifications pourront intervenir ; une note récente de M. P. Dienes paraît faire prévoir, en effet, que la structure du champ tensoriel est encore plus complexe que l'exposé de Weyl ne l'indique [1]; de nouveaux aperçus sont à attendre sur ce point, qui n'infirmeront du reste nullement la théorie, mais, au contraire, ne pourront que la préciser.

Le chapitre III est consacré à une critique du principe de relativité de Galilée, puis à un exposé du principe de relativité restreint d'Einstein. Entre temps l'auteur développe en quelques pages l'électrodynamique des champs variables avec le temps, qui a conduit, comme on le sait, aux formules de Lorentz et joué un rôle considérable dans le développement historique de la question. Le chapitre se termine par un exposé de la mécanique de la relativité, une critique de la notion de masse et d'énergie sous le jour des idées nouvelles et quelques pages sur la théorie de la matière de Mie.

Le chapitre IV s'occupe de l'étude de la relativité générale, dont il est impossible de donner un aperçu en quelques mots et dont les idées fondamentales ont déjà été exposées aux lecteurs de la *Revue* [2]. Les cas élémentaires que l'on sait traiter ont naturellement fait l'objet d'une étude détaillée. En particulier, nous trouvons ici la célèbre formule de Schwarzschild qui a conduit au calcul connu sur le mouvement du périhélie de Mercure et sur la déviation des rayons lumineux dans les champs de gravitation. C'est dans cette partie de la théorie que se rencontrent fréquemment les conséquences les plus inattendues, et l'on se sent un peu effrayé lorsque l'auteur affirme qu'il ne serait pas illogique que nous vivions à l'heure actuelle des événements qui soient en partie déterminés par nos faits et gestes à venir. Enfin, l'auteur expose une dernière synthèse qui est son œuvre propre et qui ferait découler tous les phénomènes (gravitation, électricité, etc.) de la seule métrique d'univers. Il y a là une tentative incontestablement fort belle, mais qui n'a du reste pas encore l'assentiment de tous les relativistes et sur laquelle M. Einstein en particulier formule des réserves.

Enfin le livre se termine par une bibliographie fort détaillée (et complétée du reste dans l'édition française) ; c'est là un point qu'on ne saurait trop louer et qu'on désirerait ne voir jamais négliger.

La traduction en est dans son ensemble fidèle, à part quelques petites inexactitudes. Je n'en relèverai qu'une, un peu plus saillante que les autres : page 57, l'auteur, parlant de la possibilité d'observer directement

1. *C. r. Acad Sc.* (séance du 1er mai 1922).

2. Léon Bloch : Electricité et Géométrie. *Revue gén. des Sciences* du 15 janvier 1921.

le mouvement de la matière, ajoute « Was übrigens auch nur bedingt zugegeben werden kann » (ce qui du reste ne peut être accordé que sous réserves). La traduction « ce qui du reste peut être donné » manque évidemment et de précision et d'exactitude.

Mais, ces petits détails inévitables mis de côté, il faut reconnaître l'effort fait pour mettre à la portée du public de langue française cette œuvre conçue en allemand par un esprit allemand. Dans leur préface, les traducteurs nous annoncent qu'ils ne nous donnent pas une adaptation, mais une traduction fidèle. Ils sont évidemment restés dans leur rôle en concevant leur but de cette manière, mais deux cerveaux de nationalités différentes ne pensent pas de la même façon et la différence des langues est sans doute pour beaucoup dans ce fait. Il ne faut donc, à mon avis, regarder ces traductions d'œuvres étrangères que comme un palier permettant au savant français de se mettre au courant des théories nées hors de nos frontières, jusqu'à ce que nous en ayons de véritables adaptations, qui, elles, ne pourront être que des œuvres originales conçues en français par des esprits français[1].

Quant à la valeur de la théorie de la relativité, à son avenir, les avis sont encore partagés et bien des points de la théorie actuelle devront sans doute être modifiés. Weyl, dans son enthousiasme, nous dit que « quelques-uns des accords puissants de cette harmonie des sphères à laquelle Pythagore et Képler rêvaient, sont parvenus à nos oreilles ». La conclusion d'Eddington à son ouvrage bien connu, tout aussi imagée, est peut-être plus juste : « Nous avons découvert l'étrange empreinte d'un pas sur le rivage de l'inconnu. Nous avons enfin réussi à reconstituer l'être qui laissa cette empreinte, et cet être, il se trouve que c'est nous-mêmes ! »

R. Thry,
Maître de conférences à la Faculté des Sciences de Strasbourg.

Pécheux (Hector), *Docteur ès sciences physiques, sous-Directeur, Censeur des études à l'Ecole nationale d'Arts et Métiers de Lille, Lauréat de l'Institut.* — **Traité d'Electricité Industrielle.** *Tome I :* **Etude des courants électriques continus.** — 1 *vol. in*-8° *raisin de* 834 *pages avec* 593 *fig.* (*Prix* : 58 *fr. broché*, 66 *fr. relié*). — *Tome II* : **Etude des courants électriques alternatifs.** — 1 *vol. in*-8° *raisin de* 376 *pages, avec* 210 *fig.* (*Prix* : 25 *fr. broché*, 33 *fr. relié*). *Delagrave, éditeur, Paris*, 1922.

M. Pécheux avait publié en 1918 une première édition de son « Etude des courants alternatifs », qui a rencontré, auprès du public, le meilleur accueil ; à coup sûr, le même succès est réservé à l'ouvrage actuel, qui s'impose par sa clarté d'exposition. Rédigé conformément aux programmes des Ecoles nationales d'Arts et Métiers, ce traité d'Electricité industrielle se propose moins de former des ingénieurs électriciens que d'apprendre à des praticiens les services qu'ils peuvent attendre de l'électricité sous ses multiples applications et la façon d'en tirer le meilleur usage ; dans ce but, il comporte d'utiles compléments sur la construction et le fonctionnement des machines électriques.

Le Tome I est plus spécialement réservé à l'étude des courants continus. Il traite des notions d'électrostatique réduites à ce qu'elles ont d'indispensable pour un ingénieur, des lois fondamentales de l'électricité et du magnétisme, de la production, de la distribution et de l'utilisation des courants continus. Il se termine par une étude sommaire des courants de haute fréquence, de la télégraphie et de la téléphonie (avec et sans fils), sujets dont la compréhension exige l'étude préalable du Tome II.

Celui-ci traite des courants alternatifs ; après l'exposé des propriétés fondamentales des courants sinusoïdaux et non sinusoïdaux, il étudie leurs applications industrielles. Une quatrième partie, qui n'existait pas dans l'édition précédente, précise les conditions de fonctionnement des machines à courant alternatif et décrit sommairement leur construction.

Sans entrer dans des développements aussi considérables que ceux qui sont de mise dans les Instituts électrotechniques, l'auteur vise cependant à donner à ses lecteurs une culture générale appréciable, tout en n'exigeant qu'un minimum de connaissances mathématiques. Il réussit dans cette tâche difficile grâce à un mode d'exposition essentiellement personnel ; c'est ainsi qu'il fait reposer les lois fondamentales de l'électricité sur un ensemble de phénomènes faciles à reproduire comme expériences de cours ; dans l'exposé de la théorie des courants alternatifs, il emploie la méthode analytique concurremment avec les représentations géométriques : ces dernières conduisent souvent à d'heureuses interprétations, telles le calcul des circuits dérivés.

Dans la voie des applications industrielles, l'auteur a tenu compte des plus récents perfectionnements. Les figures, claires et abondantes, complètent parfaitement le texte ; cependant elles se rapportent souvent à des appareils déjà anciens, comme on en voit malheureusement trop dans nos Ecoles techniques.

A. Lange,
Chef de travaux à l'Ecole Supérieure d'Electricité.

Fresenius (C. R.). — **Traité d'Analyse chimique qualitative.** *Entièrement refondu par* Th. W. Fresenius. 12e *édition française, rédigée d'après la* 17e *édition allemande par* M. Frenkel, *Docteur ès sciences.* — 1 *vol. in*-8° *de* xx-834 *p. avec fig.* et 1 *pl. en couleurs* (*Prix* : 60 *fr.*). *Masson et Cie, éditeurs, Paris*, 1922.

Peu d'ouvrages ont connu une carrière aussi brillante que le Traité de Fresenius, dont la première édition remonte à 80 ans passés et qui est devenu, non seulement dans son pays d'origine mais dans le monde entier, le livre où la plupart des chimistes se sont formés à la pratique de l'Analyse qualitative. Il doit cette vogue à la compétence indiscutable de l'auteur, et de ses fils qui ont continué son œuvre, et au soin avec lequel les

1. A signaler qu'il est déjà paru en français un ouvrage de M. J. Becquerel : Le principe de relativité et la théorie de la gravitation (Gauthier-Villars, éd.) et tout récemment un livre de M. Du Pasquier : Le principe de la Relativité et les Théories d'Einstein (G. Doin, éd.).

éditions successives ont été tenues au courant de tous les progrès dans cette branche de la science.

La 11e édition française étant épuisée depuis 10 ans, ses éditeurs ont été bien inspirés en publiant une 12e édition de l'ouvrage, que M. Frenkel, succédant au Dr L. Gautier qui a traduit les éditions antérieures, a établie d'après la 17e édition allemande, parue en 1919.

Cette édition diffère des précédentes principalement en ce qu'elle est entièrement basée sur la théorie de la dissociation électrolytique des solutions, ce qui a nécessité une refonte très étendue du texte des éditions antérieures. La traduction a présenté quelques difficultés pour la fixation de la nomenclature, qui n'est pas encore uniforme parmi les chimistes français; la solution adoptée par M. Frenkel paraît la plus logique et finira sans doute par rallier tous les suffrages.

Malgré cette refonte, l'ouvrage conserve d'ailleurs son unité didactique et méthodique et son double caractère de manuel d'instruction et de guide technique où tous les renseignements sont classés sous une forme systématique, aussi facile à retrouver que dans un dictionnaire.

Ajoutons que le traducteur a revu avec soin toutes les indications bibliographiques et rétabli les sources originales pour les auteurs français et aussi pour les chimistes de langue anglaise et italienne.

Le « Fresenius » ainsi modernisé continuera à rendre d'utiles services dans les laboratoires, et franchira allégrement l'étape qui doit le mener sans nul doute à son centenaire. L. Prunier.

3° Sciences naturelles

Sorre (M.), *Chargé de Cours à la Faculté des Lettres de Bordeaux.* — **Les Pyrénées.** — 1 *vol. in*-8° *de* 216 *p. avec croquis et vues photographiques, et* 3 *cartes hors texte* (*Prix* : 5 *fr.*). *Librairie Armand Colin, Paris*, 1922.

M. M. Sorre, auteur d'une excellente thèse de géographie sur *les Pyrénées méditerranéennes*, était bien préparé pour rédiger cette étude de géographie régionale consacrée à toute la chaîne. L'idée est, d'ailleurs, louable de consacrer à nos régions françaises de petites monographies de ce genre, qui, tout en renseignant le touriste, par delà les guides, rendront de grands services dans l'enseignement, en permettant de développer l'étude de la géographie régionale. M. Sorre étudie le milieu physique, les genres de vie, décrit chacune des divisions naturelles de la chaîne et passe en revue les ressources agricoles et industrielles de la région. Bien illustré en croquis, vues et cartes, cet ouvrage inaugure dignement la Section de Géographie de la nouvelle *Collection A. Colin.* Pierre Clerget.

Cordier (Henri), *Membre de l'Institut, Professeur à l'Ecole des Langues orientales.* — **La Chine.** — 1 *vol. in*-16 *de* 138 *p., avec* 1 *carte hors texte, de la* Collection Payot (*Prix cart.* : 4 *fr.*). *Payot et Cie, éditeurs, Paris*, 1921.

Cet ouvrage de M. Henri Cordier fait partie de la *Collection Payot*, laquelle renferme des exposés à la fois très érudits et mis à la portée de tous sur les connaissances humaines les plus diverses. Ils doivent leur valeur à la haute compétence des auteurs qui lui apportent leur collaboration et, pour la Chine, M. Henri Cordier était des mieux désignés pour en parler; car il est, on le sait, l'un de nos plus savants sinologues, et tous les ouvrages qu'il a écrits sur le vaste pays asiatique nous fournissent à son sujet une très précieuse documentation. Ce volume, de même que celui de M. Delafosse, *Les Noirs de l'Afrique*, que nous avons déjà signalé ici, renferme beaucoup plus de matières que son format ne le ferait croire. M. Cordier nous présente un tableau de la Chine qui nous la fait connaître à de nombreux points de vue.

Dans la première partie, l'auteur décrit le pays en passant en revue tous les traits principaux de la géographie physique, et tout ce qui touche au climat, aux races qui y vivent, aux chiffres de la population de ses régions distinctes et de ses groupes très divers. Des détails précis et curieux sont donnés sur les religions différentes répandues dans le pays. Après la géographie, nous avons donc là toute une étude ethnographique, et nous voyons ensuite ce qu'est aujourd'hui la vie en Chine, ce qui est resté des vieilles pratiques et en même temps quels progrès ont été réalisés dans l'administration et dans le fonctionnement économique. Nous sommes renseignés sur l'état des chemins de fer et des ports, sur le commerce, puis ensuite sur les mesures d'usage et sur la linguistique.

Avec la seconde partie nous abordons l'histoire et nous remontons à une haute antiquité. Ce sont encore bien des considérations ethnographiques qu'à cette occasion nous suivons à travers les âges. Nous voyons toutes les agitations qui se sont produites dans le pays et nous relevons cette conclusion de M. Henri Cordier : « La Chine, dit-il, ne se maintient encore que par ses coutumes ancestrales et son droit coutumier. »

G. Regelsperger.

Houlbert (C.). — **Les Coléoptères d'Europe. France et régions voisines.** Tomes II et III. — 2 *vol. in*-16 *de* 340 *et* 297 *p. avec* 99 *fig. et* 30 *pl., et* 30 *fig. et* 30 *pl. de l'*Encyclopédie scientifique (*Prix cart.* : 12 *fr. le vol.*). *C. Doin, éditeur, Paris*, 1922.

L'année dernière, nous signalions aux lecteurs de la *Revue* le premier volume de cet important ouvrage [1], consacré à des généralités sur ce grand groupe d'Insectes que forment les Coléoptères.

Le Genera analytique illustré de la faune européenne, commencé dans le premier volume par le phyllum carabidien, se poursuit dans les volumes II et III par l'étude successive des phylum staphylinidien, clavicéridien, chrysomélidien, téléphoridien, buprestidien, rhynchophoridien, ténébrionidien, scarabæidien et prionidien, en tout 79 familles qui composent la faune coléoptérique des régions moyennes de l'Europe.

L'auteur a donné de brèves indications concernant tantôt les genres, tantôt les espèces elles-mêmes, suivant que la biologie de ces dernières a amené à connaître leur utilité ou leur nocivité. Toutefois, lorsque

1. *Rev. gén. des Sc.* du 30 juin 1921, t. XXXII, p. 378.

l'étendue des familles s'est trouvée trop vaste, il s'est borné aux considérations générales relatives aux sous-familles et tribus.

Un soin tout spécial a été apporté à l'illustration ; grâce aux nombreuses planches et aux figures intercalées dans le texte, plus de 1.300 espèces sont représentées par les caractères les plus saillants de leur silhouette, avec l'indication de leur taille. Bien qu'il ne s'agisse que de schémas, ces dessins permettront cependant d'utiliser les tableaux analytiques sans s'égarer et d'arriver à la connaissance de tous les genres européens.

Tous les entomologistes seront vivement reconnaissants à M. Houlbert du bel instrument de travail qu'il vient de leur donner, et ils souhaiteront qu'il le complète dans un avenir pas trop lointain d'un *Species* analytique et descriptif dont le besoin se fait depuis longtemps sentir.

R. Jequier.

Feytaud (Dr Jean), *Directeur de la Station entomologique de Bordeaux, Chargé de Conférences à la Faculté des Sciences.* — **La cité des Termites : mœurs sociales du Termite lucifuge; ses ravages; sa destruction.** — 1 *vol. in*-12 *de* 134 *p. avec* 10 *fig.* (*Prix* : 3 *fr.*) *Librairie L. Lhomme, Paris, et Librairie Féret et Fils, Bordeaux*, 1921.

Résumer nos connaissances actuelles sur la biologie des Termites — et en particulier de l'espèce qui sévit dans notre Sud-Ouest, — caractériser les dégâts opérés par les bataillons de ces dangereux insectes, indiquer enfin les moyens susceptibles de les détruire, tel est le but de ce très intéressant petit livre. M. Feytaud, qui depuis de longues années étudie notre *Leucotermes lucifugus* Rossi, était particulièrement qualifié pour nous donner cette synthèse, d'une lecture facile et même attrayante. Je n'entreprendrai point ici de donner l'analyse, chapitre par chapitre, de cet ouvrage : rien n'en peut remplacer la lecture, et je me bornerai à en donner un résumé d'ensemble en insistant particulièrement sur quelques points [1].

Longtemps confondus avec les *Hyménoptères*, puis placés dans l'ordre des *Pseudonévroptères*, enfin dans celui des *Corrodentia*, les Termites ont trouvé une « stabilisation » systématique dans la création de l'ordre des *Isoptères*, caractérisés, outre la vie sociale, par un certain nombre de dispositions anatomiques (ailes, tarses, cerques, etc.). Notre Termite du Sud-Ouest, qui vit soit dans les souches de la forêt landaise[2], soit dans les maisons (poutres, plinthes, planches, meubles, etc.), est, comme ses congénères, une espèce *coloniale*, formant d'immenses agglomérations. Ces colonies sont formées d'individus dissemblables, appartenant à un certain nombre de castes, à chacune desquelles, en principe, est dévolue une fonction déterminée. L'*ouvrier* est aveugle et n'a pas d'ailes ; comme l'indique son nom, c'est le « travailleur » par excellence, le prolétaire de la cité, « tour à tour mineur, maçon ou cimentier, portefaix, croque-mort, nettoyeur, nourrice ou bonne d'enfant, valet ou femme de chambre ». Aptère, lui aussi, assez myope, muni d'un casque blindé en chitine durcie, le *soldat* est le « défenseur » : de la coupole de ce « tank en miniature » sortent deux vigoureuses cisailles, toujours prêtes à se refermer sur la taille de quelque fourmi trop hardie. Chez certains termites exotiques, une deuxième espèce de soldat abandonne l'arme blanche et projette, par l'orifice d'un « nez » tubulaire, son venin sur l'adversaire. Logés, nourris, défendus par la foule anonyme des castrats, certains individus peuvent se livrer aux fonctions reproductrices, accroître la colonie, en créer de nouvelles. Le *roi* et la *reine* sont ailés,— quand ils sont jeunes tout au moins, — et occupent dans la termitière des appartements spéciaux, caractérisés, sinon par une disposition particulière des lieux (comme chez certaines formes exotiques), du moins par l'activité débordante et fébrile qui les entoure.

Là, mari et femme vivent plus longtemps que les castrats, atteignent 6 ou 7 ans, puis s'éteignent au milieu de leur très nombreuse progéniture. Que les conjoints disparaissent ensemble ou que l'un d'eux reste veuf, il *faut* des remplaçants : alors entrent en scène les *néoténiques*, mâles et femelles, « sexués en herbe, candidats éventuels aux fonctions reproductrices ». Plusieurs arrivent à la maturité génitale, et au couple royal et monogame est substitué un « harem à la turque », comprenant un ou quelques mâles disposant d'un groupe de sultanes. Au printemps a lieu, pour les *imagos*, l'essor à l'air libre, l'essaimage : après un vol rapide, les ailes se brisent et c'est à terre que la femelle, après la formalité des fiançailles avec sa « promenade », contracte avec le mâle de son choix cette « union durable » du couple royal » qui prend les allures d'un mariage ». Le vol n'est pas marqué, chez nos sages et pudiques termites, de ces scènes brutales que nous offre le vol nuptial des hyménoptères qui pratiquent « un amour libre et dissolu ». Quelques semaines après l'hymen commence la ponte et avec elle la création d'une colonie nouvelle.

Je ne puis insister sur les dégâts causés par les termites ; ils sont, hélas! trop bien connus : une simple promenade aux Galeries de Zoologie du Muséum permet d'en évaluer l'étendue. Parmi les traitements, curatifs ou préventifs, préconisés par M. Feytaud, j'en relève un qui a donné de bons résultats : c'est la vaporisation de la *chloropicrine*, dont les vapeurs lacrymogènes, plus lourdes que l'air, pénètrent dans les galeries des Termites et les asphyxient.

Il est permis d'ailleurs de pousser plus loin encore l'étude des Termites, et après la nécessaire et minutieuse énumération des faits d'en tirer une conclusion sur les modalités et les causes de cette vie coloniale, problèmes qui nous touchent de près, nous qui sommes

1. A titre de renseignement, voici la nomenclature des chapitres : I. La faune d'une souche ; II. Caractères généraux des Termites ; III. Le Termite lucifuge : les castes ; IV. Les fonctions : travail et défense ; V. Les fonctions : la reproduction ; VI. La vie extérieure : l'essaimage ; VII. Leurs méfaits ; VIII. Notre revanche ; IX. Le communisme chez les Termites.

2. On a cru longtemps à l'importation exotique, américaine, du Termite : c'est en réalité une espèce endémique sur les bords occidentaux du bassin méditerranéen.

loin de réaliser une association aussi homogène, et, en apparence, aussi bien ordonnée que la « société communiste des souches de pin » ! Cette société est une famille, composée d'un père, d'une mère et d'enfants : le sexe mâle n'est pas ici un indésirable, qui chez les abeilles, après la fécondation unique du vol nuptial, périt misérablement ; l'égalité des sexes est réalisée même lorsque la monogamie du couple fondateur aura fait place à la polygamie des néoténiques devenus reproducteurs. Autre point : la « socialisation des moyens de production et d'échange » est déjà chose accomplie chez les Termites : la communauté de possession du patrimoine repose d'ailleurs sur cette différenciation fonctionnelle et organique extrêmement poussée qui a donné naissance aux castes. Le roi et la reine ne sont pas des monarques : ce sont des parents vénérés, fort bien soignés, surveillés d'ailleurs de près par la colonie qui leur doit sa prospérité. Quant aux mobiles qui dirigent cette société, il semble bien qu'il n'y en ait qu'un seul : l'intérêt. Les manifestations qui pourraient sembler dictées par l'amour maternel, l'altruisme, le souci du bien commun ne le sont en réalité que par la recherche d'un avantage matériel Telles sont les conclusions auxquelles arrive M. Feytaud, suivant en cela Lameere. Remercions-le encore une fois de son clair et lumineux exposé.

TH. MONOD.

Treadwell (A. Louis), *Professeur de Zoologie, Vassar College.* — **Leodicidae of the West Indian region.** — *1 vol. in-4° de* IV-131 *p. avec* 467 *fig. et* 9 *pl.* (*Prix* : 7 *doll.* 50 *c.*). *Publication* 293 *de la Carnegie Institution, Washington*, 1921.

Cet important Mémoire, très luxueusement illustré (les 9 pl. comportent 140 fig. en couleurs), contient la description systématique des Léodicidés (= Euniciens) des Indes Occidentales (de la Floride à Tobago et Bermudes). Un tel travail ne se prête pas à l'analyse. Il est toutefois digne de remarque que l'auteur, après une étude de la question, rejetant les classifications peu compréhensibles de Mc Intosh (1910), adopte celle de Grube (1878) et du Professeur Ch. Gravier (1900), en remplaçant cependant, en conformité rigoureuse avec les Règles de la nomenclature, les termes employés par ces auteurs.

D. J. D.

4° Sciences diverses

Index Generalis 1920-1921. ANNUAIRE GÉNÉRAL DES UNIVERSITÉS... *publié sous la direction de* R. DE MONTESSUS DE BALLORE, *Professeur à l'Université catholique de Lille.* — *1 vol. in-16 de* 1845 *p.* (*Prix : broché*, 50 *fr.*; *relié*, 55 *fr.*, *plus* 5 *fr. de port pour l'Etranger*). *Gauthier-Villars et Cie, éditeurs, Paris*, 1921.

Nous avons signalé aux lecteurs de la *Revue*, au moment de son apparition, le premier volume de cet Annuaire [1]. L'accueil fait à cet ouvrage a été si encourageant que dès ce moment le directeur et les éditeurs ont pris la décision d'en publier une nouvelle édition, améliorée et complétée, qui a vu le jour récemment.

Au premier coup d'œil, on peut juger des progrès réalisés en comparant le nombre de pages du volume actuel (1845) à celui de l'annuaire précédent (768). Cette augmentation considérable d'épaisseur résulte d'abord de l'introduction de toute une série de chapitres spéciaux concernant les Grandes Académies, Archives, Bibliothèques, Instituts scientifiques, Jardins botaniques et zoologiques, Musées, Observatoires, Sociétés savantes. Puis tous les pays ont été admis à figurer dans l'Annuaire, tout au moins dans la mesure où leurs institutions ont bien voulu fournir les renseignements sollicités ; pour éviter des erreurs, le directeur a préféré se limiter, en effet, aux indications fournies par les personnalités compétentes ou intéressées. Il en résulte quelques lacunes, mais l'Annuaire est tout au moins complet pour les Universités, les Grandes Ecoles et les Observatoires.

La liste d'échanges s'est également considérablement accrue et intéressera un grand nombre de chercheurs.

Pour la nature et l'ordre des matières, on a conservé toutes les dispositions prises dans le volume précédent. La Table alphabétique des noms du personnel enseignant, qui termine l'ouvrage, contient plus de 40.000 noms.

Nous souhaitons à cette seconde édition de l'*Index generalis* tout le succès auquel lui donne droit le labeur considérable fourni par son distingué directeur et ses collaborateurs.

LOUIS BRUNET.

1. Voir la *Rev. gén. des Sc.* du 30 décembre 1919, t. XXX, p. 694.

ACADÉMIES ET SOCIÉTÉS SAVANTES
DE LA FRANCE ET DE L'ÉTRANGER

ACADÉMIE DES SCIENCES DE PARIS

Séance du 29 Mai 1922

M. le Président annonce le décès de M. **Ernest Solvay**, Correspondant pour la Section de Chimie. — M. **H. Lebesgue** est élu membre de la Section de Géométrie, en remplacement de M. Jordan, décédé.

1° Sciences mathématiques. — M. **Riquier** : *Sur les figures intégrales singulières des systèmes partiels du premier ordre auxquels s'applique la méthode d'intégration de Jacobi.* — M. **J. W. Lindeberg** : *Sur la loi de Gauss.* — M. **P. J. Myrberg** : *Sur les fonctions automorphes de plusieurs variables indépendantes.* — M. **F.-H. Murray** : *Sur le tracé des arcs de cercle de grand rayon.* L'auteur résout ce problème avec un instrument basé sur un principe mécanique très élémentaire, et qui possède les dimensions du compas ordinaire. — M. **G. Guillaumin** : *Sur les lignes de glissement planes des corps pulvérulents, cohérents ou plastiques.* — M. **A. Danjon** : *Sur une nouvelle méthode interférentielle pour la mesure du diamètre apparent des étoiles.* L'auteur décrit un dispositif interférométrique où la détermination du diamètre d'une étoile est ramenée à la mesure photométrique des éclats extrêmes que prend l'étoile vue dans l'interféromètre. — M. **Ferrier** : *Sur les déviations des rayons lumineux passant au voisinage d'un astre.* L'observation de l'effet Einstein au voisinage d'un astre analogue à la Terre n'est qu'insensiblement modifiée par la réfraction de l'atmosphère entourant cet astre. Par contre, au bord de la Lune l'effet de réfraction est difficilement séparable de la déviation de gravitation. — M. **J. Guillaume** : *Observations de la comète Skjellerup, faites à l'équatorial coudé de l'Observatoire de Lyon.* — Mlle **O. Jasse** : *Observation de la comète 1922 b (Skjellerup), faite à l'Observatoire de Marseille.* — M. **J. Lecarme** : *Expériences relatives à la marche d'un pendule et d'un chronomètre, effectuées à Chamonix et à l'Observatoire du Mont Blanc, du 1er août au 10 septembre 1921.*

2° Sciences physiques. — M. **S. Zaremba** : *Sur la conception relativiste de l'espace.* L'auteur recherche s'il est possible d'attribuer un sens aux assertions de la théorie de la relativité relatives à la nature de l'espace. Cela est impossible par le procédé qu'il indique, et il lui paraît malaisé de trouver autre chose. — MM. **E. Mathias, C. A. Crommelin** et **H. K. Onnes** : *La chaleur de vaporisation et la différence* $m' - m$ *des chaleurs spécifiques à l'état de saturation pour l'argon, l'oxygène, l'azote et l'hydrogène.* Les chaleurs de vaporisation L ont été déduites de la formule de Clapeyron-Clausius et la différence $m' - m$ des chaleurs spécifiques de la vapeur saturée et du liquide saturé a été calculée par la formule classique $m' - m = dL/dT - L/T$. La différence $m' - m$, fortement négative près du point critique, est plus petite en valeur absolue aux températures réduites plus basses. — M. **L. G. Stokvis** : *Sur les diagrammes circulaires des systèmes triphasés déséquilibrés et la définition de leur degré de déséquilibrage.* — MM. **H. Weiss** et **P. Henry** : *Influence du facteur temps sur l'interpénétration des solides par réaction chimique.* Le temps nécessaire aux molécules pour traverser la couche de composé déjà formée est proportionnel à son épaisseur ; la durée de la réaction chimique est négligeable devant ce temps. Les auteurs n'ont pas constaté, à partir d'une certaine épaisseur de la couche formée, le ralentissement signalé par certains auteurs. — M. **J. Blondeau** : *Etude de quelques cyanures de benzyle dialcoylés, ainsi que des alcools, amides, amines et acides correspondants.* L'auteur a préparé les dérivés bisubstitués du cyanure de benzyle $C^6H^5.C(R_1R_2)N$, les a hydratés pour les transformer en amides, puis a réduit les amides en alcools correspondants au moyen du sodium et de l'alcool. — MM. **R. Locquin** et **S. Wouseng** : *Sur l'action de l'acétylène sur les cétones sodées et la préparation des dialcoyléthinylcarbinols.* En faisant réagir l'acétylène purifié sur le dérivé sodé de différentes cétones $R'CH:CR.ONa$, on obtient directement les alcools acétyléniques tertiaires $RR'C(OH).C\equiv CH$.

3° Sciences naturelles. — MM. **L. Maquenne** et **E. Demoussy** : *Sur la végétation dans les milieux pauvres en oxygène.* Les feuilles sont capables, chez certaines espèces, de conserver leur vitalité en l'absence d'air pendant un temps qui peut être fort long, puisqu'il arrive à dépasser celui qu'employent les plantes annuelles à parcourir le cycle entier de leur évolution. Les graines ne sont donc pas, comme on le croit, les seuls organes qui puissent vivre longtemps encore après qu'on les a séparés de la plante qui les a produits. — M. **L. Blaringhem** : *Sur l'hérédité du sexe chez la Lychnide dioïque* (Lychnis vespertina *Sibthorp*). L'hérédité du sexe chez le *Lychnis dioica* et chez plusieurs autres Caryophyllées d'ailleurs (*Silene, Dianthus*) est une propriété de lignée; certaines plantes ne donnent que des descendants femelles ou presque ; croisées avec d'autres, la tendance s'évanouit immédiatement ou presque. Mais il ne paraît pas impossible de fixer les lignées à tendance femelle marquée, ou même à tendance hermaphrodite. — MM. **E. F. Terroine** et **R. Wurmser** : *Le rendement énergétique dans la croissance de l'*Aspergillus niger. Le rendement énergétique réel dans la croissance de l'*Aspergillus* (rapport entre l'énergie emmagasinée dans le mycélium et l'énergie métabolisable) est extrêmement élevé. Il atteint 66 à 70 %. — M. **A. Lécaillon** : *Sur la fécondité des hybrides obtenus par le croisement du canard pilet mâle* (Dafila acuta L.) *et du canard sauvage femelle* (Anas boschas L.). L'auteur a obtenu : 1° trois hybrides issus directement de l'accouplement des deux parents d'espèces différentes ; 2° 12 hybrides provenant de l'union d'un mâle hybride précédent avec la femelle parente ; 3° cinq hybrides provenant de l'accouplement entre eux des hybrides de 2e catégorie. — M. **W. R. Thompson** : *Etude mathéma-*

tique de l'action des parasites entomophages. Durée du cycle parasitaire et accroissement de la proportion d'hôtes parasités. — MM. **G. Bourguignon** et **Conduché** : *Expériences sur l'introduction de l'ion iode par électrolyse chez l'homme, et son élimination par les urines.* Dans l'introduction électrolytique de l'iode, il se constitue une réserve d'iode qu'on peut supposer s'accumuler dans le corps thyroïde, et ensuite il s'établit un équilibre entre l'iode qui entre au pôle négatif et qui sort au pôle positif pendant la séance, celui qui est en circulation, celui qui est en réserve et celui qui s'élimine par les reins dans l'intervalle des deux séances. A l'arrêt de l'ionisation, la réserve s'élimine en quelques jours.

Séance du 6 Juin 1922

1° Sciences mathématiques. — **M. C. Störmer** : *Détermination du champ magnétique extérieur du Soleil par la structure de la couronne du Soleil et les constantes des aurores boréales.* En supposant que les corpuscules qui causent l'aurore boréale sur la Terre sont les mêmes que ceux qui causent les rayons de la couronne solaire extérieure, l'auteur trouve pour le moment M du champ magnétique extérieur du Soleil une valeur voisine de 2.10^{25}, du même ordre que celles trouvées en 1911 par M. Deslandres par la méthode des vitesses radiales.

2° Sciences physiques. — **M. L. Roy** : *Sur les actions électromagnétiques dans un système isotrope.* L'auteur montre que les formules données par P. Duhem dans le cas où les courants sont distincts des aimants subsistent dans le cas général où les courants circulent dans la substance magnétique. — **M. G. Reboul** : *Sur un nouveau rayonnement et son application à l'étude de l'ultraviolet de Millikan et de Lyman* (voir p. 351). — **M. A. Tian** : *Thermostat à enceintes multiples.* L'auteur a construit des thermostats à enceintes multiples où la température n'est pas systématiquement répartie d'une manière uniforme, mais où l'on réalise seulement l'équilibre thermique dans chacune des enceintes concentriques, isolées les unes des autres, qui les composent. Ces appareils ne nécessitent aucune agitation. — MM. **Léon** et **Eug. Bloch** : *Sur les spectres d'étincelles dans l'eau.* La photographie des étincelles métalliques sous l'eau, par la séparation qu'elle fait automatiquement entre les raies d'arc et les raies d'étincelles, et par les différences d'aspect qu'elle donne entre les raies, paraît un moyen assez puissant de recherche des régularités spectrales. — M. **de Bellescize** : *Amortissement des oscillations des résonateurs de t. s. f.* Les appareils récepteurs de t. s. f. comportant une antenne associée à un amplificateur à résonance donnent souvent naissance à des phénomènes complexes. L'auteur a étudié ce qui se passe lorsque l'antenne est soumise, soit à une onde d'amplitude et de fréquence constante, soit à une onde parasite et apériodique. — **M. A. Recoura** : *Sur les nouvelles propriétés du sulfate vert de chrome.* L'auteur a reconnu qu'alors que sous sa forme simple une molécule de sulfate vert de chrome ne peut dissimuler que 3 molécules de sulfate métallique, sous sa forme condensée une molécule de sulfate vert peut dissimuler des centaines de molécules de sulfate métallique. — **M. P. Riou** : *Sur la vitesse d'absorption de l'acide carbonique par les solutions alcalines.* La vitesse d'absorption de CO^2 passe par un maximum pour une concentration de CO^3K^2 de la solution de 5,6 %; elle augmente rapidement avec la température; elle est à peu près rigoureusement proportionnelle à la concentration de CO^2. — Mlle **Wurmser** : *Sur la préparation de l'azotate d'ammoniaque.* L'auteur a construit le diagramme carré d'équilibre entre la solution des 4 sels qui prennent part à la réaction : $NH^4Cl + NaNO^3 = NH^4NO^3 + NaCl$ et les sels solides à 100°. Par comparaison avec le diagramme à 16°, elle en déduit la possibilité d'une séparation de l'azotate d'ammoniaque à l'état pur. — Mlle **N. Wolff** : *Sur la furfural-α-méthylcyclohexanone et quelques-uns de ses dérivés et sur les mono- et di-furfuralcyclohexanones.* — M. **E. Berger** : *Sur une lampe à formol.* L'auteur a modifié le type habituel de lampe à formol en augmentant la quantité d'alcool évaporée pour une même quantité d'air employée à la combustion; il y arrive en employant une plus grande partie de la chaleur de la réaction à échauffer la mèche qui alimente la lampe. Le rendement en formol est augmenté, et l'appareil peut servir à la désinfection en surface des locaux. — MM. **Ch. Boulanger** et **G. Urbain** : *Sur la composition et les caractères chimiques de la thortveitite de Madagascar.* Les auteurs ont trouvé dans ce minéral : SiO^2 44, 1 %; Sc^2O^3 42,4; ZrO^2 8,4; Al^2O^3 3,3 et Fe^2O^3 2,0. Ce minéral est très difficilement attaquable par les acides; même avec la soude fondue, il faut reprendre par 2 fois le résidu. — MM. **A. d'Arsonval, F. Bordas** et **Touplain** : *Etude des eaux des glaciers d'Argentière et des Bossons.* Les auteurs ont constaté des écarts sensibles dans la minéralisation générale des eaux de ces deux glaciers, ce qui laisse entrevoir la possibilité de reconnaître par l'analyse des eaux la nature géologique des terrains recouverts par des glaciers plus ou moins importants.

3° Sciences naturelles. — **M. H. Joly** : *Sur l'allure tectonique des couches crétacées et tertiaires aux environs de Haro (province de Logrono, Espagne).* Les plissements ont été de grande intensité au nord de la vallée de l'Ebre comme au sud, et les phénomènes de charriage auxquels ils ont donné lieu y sont du même ordre, tout en étant de sens opposés. Ils ont provoqué le resserrement de la vallée de l'Ebre. — **M. P. Lory** : *Sur les stades glaciaires et sur un vallon enregistreur des stades (Bédinat, chaîne de Belledone).* Le vallon de Bédinat a conservé complète la série des stades post-wurmiens : ceux-ci sont au nombre de six, caractérisés par les altitudes les plus basses du front glaciaire qui suivent : 980 m., 1.420 m., 1.600 m., 1.760 m., 1.940 m. et 2.110 m. — **M. P. L. Mercanton** : *Le système glaciaire du Beerenberg de Jan Mayen.* L'auteur a réussi à faire l'ascension de ce volcan éteint et englacié et y a reconnu l'existence de 4 systèmes de glaciers. — MM. **Pons** et **Rémy** : *Sur la coloration ocre que présentèrent en mars 1922 les neiges du Briançonnais.* Cette coloration provenait d'un dépôt, apporté sans doute par des courants atmosphériques et constitué par un silicate d'alumine mélangé à de fines particules de mica et de quartz, coloré par d

l'oxyde de fer et renfermant une faible proportion de poussières organiques. — M. **P. Bugnon** : *L'organisation libéroligneuse, chez la Mercuriale, reproduit-elle une disposition ancestrale?* D'après l'auteur, l'organisation libéroligneuse de l'hypocotyle, même chez la Mercuriale, cas cependant considéré par Chauveaud comme l'un des plus favorables à sa théorie, ne semble pas satisfaire aux conditions nécessaires pour qu'elle puisse être interprétée avec vraisemblance comme une disposition ancestrale. — M. **G. Chauveaud** : *Les principales variations du développement vasculaire dans les premières phyllorhizes des Phanérogames ne sont pas déterminées par l'accroissement intercalaire.* Réponse aux critiques de P. Bugnon. — M. **L. Lapicque** : *Mécanisme des échanges entre la cellule et le milieu ambiant.* L'auteur reconnaît l'existence dans la cellule d'une fonction vitale dépensant de l'énergie pour surmonter les équilibres physiques, comme une pompe surmonte les équilibres hydrostatiques; il appelle cette fonction *épistèse*. L'énergie dépensée serait fournie par la combustion respiratoire. — MM. **P. Portier** et **M. Duval** : *Variation de la pression osmotique du sang des Sélaciens sous l'influence de la modification de la salinité de l'eau de mer environnante.* La pression osmotique du sang de *Scyllium canicula* est légèrement supérieure à celle de l'eau de mer environnante. Elle s'abaisse ou s'élève dans des solutions salines de concentration inférieure ou supérieure à celle de l'eau de mer. — M. **E. Fauré-Frémiet** et Mlle **H. Garrault** : *Constitution de l'œuf ovarien de carpe.* — MM. **H. Vallon** et **H. Carré** : *Sur la pluralité des virus aphteux.* Chacun des virus O et A, signalés précédemment par les auteurs, vaccine contre lui-même, mais ne confère aucune résistance appréciable à une infection croisée. Toutefois, les auteurs ne concluent pas encore à la pluralité des virus.

Séance du 12 Juin 1922

1° Sciences mathématiques. — M. **Riquier** : *Sur les figures intégrales singulières des systèmes passifs du premier ordre n'impliquant qu'une seule fonction inconnue.* — M. **T. Carleman** : *Sur les séries asymptotiques.* — M. **G. Valiron** : *Sur la méthode d'approximation d'Hermite.* — M. **G. Rémoundos** : *Sur le problème général de la poussée des terres.* — M. **Sudria** : *Sur la déformation élastique d'un corps isotrope.* — M. **A. Rateau** : *Théorie générale du turbo-compresseur pour moteurs d'avion.* L'auteur donne la théorie générale du fonctionnement de cette machine et établit la formule fondamentale qui relie entre elles les diverses quantités qui s'y rapportent. On voit ainsi qu'il est aisé de remettre, à n'importe quelle altitude, le moteur dans les conditions de fonctionnement au sol, sauf peut-être, à cause des fuites, une contre-pression d'échappement légèrement plus forte. — M. **J. Andrade** : *Trois classes de vibrations isochrones non entretenues et trois types de machines horaires fixes. Instruments nouveaux pour l'étude expérimentale des viscosités.* — M. **E. Merlin** : *Sur le calcul des coordonnées héliographiques.* — M. **A. Danjon** : *Observations de la comète 1922 a (Skjellerup) faites à l'équatorial de l'Observatoire de Strasbourg.*

2° Sciences physiques. — M. **Dufour** : *Sur la réfraction d'un pinceau lumineux dans le cas général.* L'auteur indique une méthode qui permet d'obtenir les trois équations qui définissent le pinceau réfracté en faisant intervenir l'invariant optique du 1er ordre $n \cos idi$. — M. **A. Andant** : *Sur les variations de l'opalescence critique avec le remplissage des tubes et la nature des liquides étudiés.* La loi régulière de variation de l'opalescence avec la nature du liquide subit, comme la loi de variation avec la température et avec la longueur d'onde, une forte perturbation au voisinage de la température critique. Ainsi se confirme l'idée qu'il faut séparer la vraie opalescence du trouble très accusé caractéristique du passage au point critique. — M. **Maur. Leblanc** : *Sur l'emploi de l'air comme agent frigorifique.* Il y aurait les plus grands avantages, dans l'industrie du froid, à employer l'air comme agent frigorifique. On n'y est pas parvenu économiquement jusqu'ici, mais l'auteur indique les moyens d'y arriver au moyen d'une machine composée d'un compresseur watté et d'un détendeur déwatté. — M. **A. Dauvillier** : *Sur la mesure précise des niveaux d'énergie de l'atome de baryum et sur l'apparition du spectre L d'ionisation.* — MM. **M. de Broglie** et **A. Dauvillier** : *Sur un nouveau phénomène d'absorption observé dans le domaine des rayons X.* En étudiant le spectre d'émission L du baryum, on a obtenu, sans l'interposition d'aucun écran, des clichés montrant des raies d'absorption au voisinage des limites de haute fréquence. Il semble que l'apparition de ce phénomène soit liée à l'état d'ionisation intense dans lequel se trouvent les atomes de baryum occupant le foyer. — MM. **G. Friedel** et **L. Royer** : *Sur les liquides à plans équidistants de Grandjean.* La structure à plans équidistants découverte par Grandjean dans le cyanobenzalaminocinnamate d'amyle se retrouve dans beaucoup d'autres cas et paraît caractériser d'une manière tout à fait générale les liquides biréfringents à couleurs épipoliques et grand pouvoir rotatoire. Toutefois les liquides susceptibles de prendre cette structure ne l'affectent pas toujours. — M. **H. Le Chatelier** : *Sur la représentation géométrique des équilibres salins.* Réponse à une réclamation de priorité injustifiée de M. Jaenecke. — M. **A. Damiens** : *Sur la cristallisation du tellure.* Le tellure cristallisé obtenu de diverses manières, même par trempe du liquide, est toujours identique : il se distingue seulement du tellure amorphe qui est une forme métastable, pour laquelle toutes les températures où le tellure est solide sont inférieures à celles où il peut être stable. — MM. **R. Locquin** et **S. Wouseng** : *Sur la préparation des dialcoylvinylcarbinols.* Par hydrogénation partielle des dialcoyléthinylcarbinols en présence de Ni réduit, les auteurs ont préparé les dialcoylvinylcarbinols RR'. C (OH).CH : CH^2, liquides mobiles formant avec l'eau des hydrates plus ou moins stables. — M. **E. E. Blaise** et Mlle **Montagne** : *Action du chlorure de thionyle sur les acides-alcools α.* Avec l'acide lactique et l'acide α-oxyisobutyrique, les auteurs ont obtenu des corps d'un type nouveau, des anhydrosulfites d'acides-alcools, s'hydratant facilement à l'air pour redonner les acides-alcools primitifs. — MM. **Pastureau** et **H. Bernard** : *Sur la chlorhydrine de l'oxyde de mésityle et sa transformation en*

chlorhydrine de la tétraméthylglycérine. Cette transformation s'effectue par l'action de $CH^3Mg\,I$, puis celle de l'eau.

3° Sciences naturelles. — M. **Ch. Depéret** : *Essai de coordination chronologique générale des temps quaternaires.* On retrouve dans les pays riverains de la mer du Nord et de la Baltique les diverses glaciations et étages marins interglaciaires que l'auteur a décrits dans les Iles Britanniques. — M. **Edm. Gain** : *Sur la résistance comparative à la chaleur des points végétatifs de l'embryon du Grand Soleil.* Parmi les embryons soumis au chauffage, il en est qui gardent 5, 4, 3, 2 ou 1 seulement des divers points végétatifs. La résistance relative de ces divers points de croissance est d'autant plus grande qu'on s'éloigne du point radiculaire pour passer à l'axe hypocotylé, à la gemmule, à la base des cotylédons, puis au bord libre des feuilles cotylédonaires. — M. **M. Lenoir** : *La cinèse somatique dans la tige aérienne d'*Equisetum arvense. Il semble résulter des observations de l'auteur que la substance fondamentale du chomosome est la nucléoline (= pyrénine ou plastine des auteurs); la chromatine en dérive. — Mlle **Marg. Larbaud** : *Anatomie des fleurs d'une même espèce à diverses altitudes.* La dimension des fleurs varie peu, en général, avec l'altitude. Les poils sont plus nombreux en montagne qu'en plaine. Les épidermes ont une cuticule plus épaisse chez les fleurs de montagne. — MM. **Cl. Vaney** et **J. Pelosse** : *Origine de la coloration naturelle de la soie chez le* Bombyx mori. La coloration du sang du ver et des cocons du *Bombyx mori* paraît provenir des pigments xanthophylliens de la feuille de mûrier qui, après avoir dialysé à travers la paroi intestinale du ver, pénètrent dans le milieu sanguin où ils subissent une oxydation plus ou moins profonde sous l'influence de la tyrosinase sécrétée par les leucocytes. — M. **M. Aron** : *Sur le développement des caractères sexuels primaires chez les Urodèles. Hypothèse sur son déterminisme.* Les Urodèles présentent une évolution dissociée et fort nette des caractères sexuels. Les primaires, chez le mâle, apparaissent relativement très tard, alors que la glande génitale est depuis longtemps différenciée ; par contre, leur développement est accompagné et paraît conditionné par la formation, dans le testicule, d'un tissu glandulaire particulier. — M. **P. Bouin** : *La dipyrénie des spermies dans certaines doubles spermatogénèses est obtenue par une mitose hétérotypique qui se produit au cours du développement.* — M. **A. Pézard** : *Notion de « seuil différentiel » et explication humorale du gynandromorphisme des oiseaux bipartis.* A partir d'un certain minimum au-dessous duquel l'effet morphogène est nul, un accroissement très petit de tissu génito-endocrine fait apparaître les caractères sexuels secondaires mâles et assure leur développement total. Le minimum efficace n'est pas le même pour tous les caractères dépendant des glandes reproductrices. — M. **G. Bidou** : *Musculomètre artificiel.* — MM. **A. Desgrez**, **H. Bierry** et **F. Rathery** : *Régime équilibré et acidose diabétique.* Avec une ration bien équilibrée et adaptée à chaque cas, l'élimination du glucose et des corps acétoniques peut, chez le diabétique acidosique, tomber à un taux voisin de celui du jeûne, à condition de donner, progressivement et sans la dépasser, la quantité maxima d'hydrates de carbone qui peut être assimilée. — M. **P. Goy** : *Physiologie microbienne et facteur accessoire de la croissance.* Il semble impossible de titrer le facteur B en étudiant son action sur la prolifération d'une culture de levure. — M. **Ch. Lebailly** : *La durée de la période contagieuse dans la fièvre aphteuse.* La propagation se fait par les animaux malades aux seules périodes d'incubation et d'invasion et pendant un temps très court. Ces constatations expliquent l'impuissance des mesures sanitaires appliquées lorsque les épidémies ont déjà pris un certain développement.

Séance du 19 Juin 1922

M. **Ch. Gravier** est élu membre de la Section d'Anatomie et Zoologie, en remplacement de M. Ranvier, décédé.

1° Sciences mathématiques. — M. **Riquier** : *Sur l'élimination des constantes arbitraires.* — M. **Gosse** : *Des équations aux dérivées partielles du second ordre intégrables par la méthode de Darboux.* — M. **B. Gambier** : *Surfaces applicables avec égalité des rayons de courbure principaux.* — M. **M. Brillouin** : *Champ isotrope. Sphère fluide hétérogène.* Schwarzschild a obtenu en 1916 les potentiels de gravitation d'une masse sphérique liquide, tant à l'extérieur de la sphère que dans tout l'intérieur. L'auteur montre comment cette solution permet de passer de la sphère homogène à la sphère formée de couches concentriques homogènes de densités différentes, et même à la sphère dont la densité varie d'une manière continue du centre à la surface.

2° Sciences physiques. — M. **A. Rateau** : *Pressions et poids spécifiques de l'air en atmosphère normale.* L'auteur déduit des résultats obtenus par M. Soreau et par l'Observatoire de Lindenberg des courbes qui représentent, à quelques millièmes près, les variations relatives de la pression et du poids spécifique moyen de l'air avec l'altitude dans nos régions. — M. **Maur. Leblanc** : *Sur une nouvelle machine frigorifique à air.* Cette machine, actuellement en essai, est constituée par la réunion d'un compresseur watté, d'un détendeur dé-watté, d'un refroidisseur, d'un réfrigérant et de deux ventilateurs. — MM. **L. Dunoyer** et **P. Toulon** : *Sur la polarité de l'arc électrique.* Les expériences des auteurs confirment que, s'il n'y a pas contact entre les électrodes, il n'y a jamais allumage de l'arc (au-dessous d'une tension limite), même au sein d'un gaz très conducteur, si l'électrode froide est cathode; il y a, au contraire, allumage certain si elle est anode. Il faut donc, pour l'allumage de l'arc, que l'une des électrodes émette des électrons. En effet, quand l'électrode froide est cathode, elle n'en émet pas parce qu'elle est froide, et l'électrode chaude n'en émet pas parce qu'elle est positive; si, au contraire, l'électrode chaude est négative, elle émet des électrons et l'arc s'allume. — M. **B. Szilard** : *Sur un nouvel électromètre à index rigide destiné à la mesure des radiations.* Il est fondé sur le principe suivant : L'aiguille servant à la fois d'équipage mobile et d'index rigide est électriquement reliée à la cage; elle est attirée par un « cadran » de forme spéciale, isolé et chargé d'électricité au moyen d'une minuscule

machine à frottement. L'aiguille est suspendue par un ruban fin, *tendu*, dont la torsion sert de couple antagoniste.—M. F. **Guéry** : *Sur une propriété curieuse d'un montage spécial des machines électriques excitées en série.*— Il s'agit du montage dit *en zigzag*, où l'induit d'une des machines est monté en série avec l'inducteur de la voisine et où tous ces ensembles d'un inducteur et d'un induit sont mis en parallèle les uns avec les autres.—M. **Ed. Belin** : *Sur la transmission de l'écriture et des dessins part. s. f.* L'auteur est parvenu à transmettre sans fil l'écriture et le dessin. Il a utilisé les ondes entretenues pour la transmission, et pour la réception il a substitué au téléphone son galvanomètre enregistreur. — MM. **G. Friedel** et **L. Royer** : *Sur les liquides à plans équidistants de Grandjean.* Il paraît hors de doute que le pouvoir rotatoire énorme qui caractérise les liquides à plans est, au même titre et en même temps que la réflexion des couleurs par ces liquides, déterminé par la structure très particulière liée à l'existence de ces plans. Cette structure doit comporter, d'un plan à l'autre, des torsions extrêmement fortes. — M. **H. Longchambon** : *Etude spectrale de la triboluminescence du saccharose.* Le spectre de la lumière émise par triboluminescence est formé de bandes étroites et bien séparées. La triboluminescence du sucre serait due à une effluve s'effectuant dans l'air entre deux particules solides qui viennent d'être séparées brusquement et se trouvent chargées électriquement. — MM. **P. Jolibois** et **R. Bossuet** : *Précipitation par la soude du nitrate d'uranyle. Radio-activité du précipité.* La précipitation du nitrate d'uranyle en solution étendue ne commence que lorsque l'introduction d'une quantité équimoléculaire de soude est complète; le précipité de UO^2 renferme plus ou moins de soude. Le premier précipité qui se forme entraîne une partie très importante de l'uranium X. — M. **M. Geloso** : *Sur l'adsorption du fer par les précipités de bioxyde de manganèse.* La quantité de fer adsorbé varie en raison inverse de l'acidité ; elle croît avec l'adsorbant. Le fer adsorbé se trouve en majeure partie à l'état d'hydrate et non de sel. — MM. **Ch. Dufraisse** et **P. Gérald** : *L'action des alcools sur l'o-bromobenzalacétophénone.* — M. **St. Jonesco** : *Sur la répartition des anthocyanidines dans les organes colorés des plantes.* Les anthocyanidines, en tant que pigment coloré et à l'état libre, n'existent pas dans tous les tissus colorés qui contiennent de l'anthocyane. Elles semblent caractéristiques des organes d'un rouge pur, tandis que l'on trouve à leur place un pigment jaune dans les organes colorés en bleu, en violet ou dans ceux d'un rouge pourpre, chez lesquels les anthocyanidines font complètement défaut.

3° Sciences naturelles. — M. **Ch Depéret** : *Essai de coordination chronologique générale des temps quaternaires.* L'auteur termine son étude des formations quaternaires marines du nord de l'Europe par un court aperçu sur l'histoire du bouclier scandinave. — M. **J. Delphy** : Gregarina Saenuridis *Köll. et son hôte.* L'auteur a retrouvé chez le *Pachydrilus verrucosus* des côtes de la Hougue, en grande abondance, cette Grégarine décrite par Kolliker en 1848. Elle passe par un stade *Monocystis*, puis par un stade *Zygocystis*. — M. **W. R. Thompson** : *Etude de quelques cas simples de parasitisme cyclique chez les Insectes entomophages.* L'étude mathématique du parasitisme cyclique montre que la présence du parasite n'empêche pas l'hôte de s'accroître; il devient même de plus en plus nuisible pendant un temps considérable, puis peut rester en nombre stationnaire, deux générations dans le cas examiné; le maximum d'abondance est alors atteint. Mais à ce moment brusquement s'accomplit le résultat du travail parasitaire : l'hôte disparaît presque complètement; après quoi il peut rester à l'état inoffensif pendant une longue période. — MM. **E. Wolman** et **M. Vagliano** : *Influence de l'avitaminose sur la lactation.* La ratte nourrice est incapable de réaliser la synthèse des vitamines de croissance. Mise à un régime avitaminé, elle continue à fournir pendant quelque temps du lait de qualité et en quantité suffisantes pour assurer le développement des petits. Plus tard, la sécrétion lactée devient insuffisante. — MM. **G. Mouriquand** et **P. Michel** : *Sur l'auto-immunisation contre les régimes carencés.* Les auteurs ont observé chez des cobayes nourris avec des aliments carencés une forme de scorbut chronique, avec rétablissements et rechutes successives. Tout se passe comme si l'organisme avait acquis une sorte d'immunité vis-à-vis de l'aliment carencé. — MM. **L. Panisset** et **J. Verge** : *Les « donneurs de sang » en médecine vétérinaire.* Les dangers de l'agglutination et de l'hémolyse sont peu à craindre chez le cheval. Ils apparaissent beaucoup plus redoutables chez le bœuf, mais il sera toujours possible de les éviter en pratiquant avant toute transfusion, des expériences *in vitro*. — MM. **C. Levaditi** et **S. Nicolau** : *Vaccine et néoplasmes.* L'origine embryologique des néoplasmes domine leur affinité pour la vaccine : les tumeurs épithéliales ecto-endodermiques permettent la culture du virus vaccinal, à l'encontre des tumeurs sarcomateuses mésodermiques qui, elles, détruisent ce virus. La vaccine fait perdre aux cellules néoplasiques épithéliales leur pouvoir de greffe. L'épithéliome, contaminé par la vaccine, subit une excitation néoformative avant de se ramollir, de se nécroser et de s'éliminer. La cellule cancéreuse emprunte à l'organisme qui l'héberge l'état réfractaire vaccinal conféré à ce dernier. Elle est cependant incapable de se vacciner pour son propre compte.

SOCIÉTÉ FRANÇAISE DE PHYSIQUE

Séance du 2 Juin 1922

M. **B. Cabrera** : *Le paramagnétisme et la structure de l'atome.* L'état actuel de nos connaissances relatives à la constante magnétique des ions du groupe du fer nous permet d'en tirer d'intéressantes conséquences concernant sa constitution électronique; elles peuvent être étendues aux autres groupes paramagnétiques constitués par les deux autres triades d'éléments de la colonne VIII de la classification périodique et par les terres rares. Une critique raisonnée de l'ensemble des résultats obtenus dans ces dernières années par différents expérimentateurs montre que les moments atomiques des ions du groupe du fer ont les valeurs indiquées

dans le tableau suivant, exprimées en magnétons de Weiss :

Cation											
$Cr^{\cdot\cdot\cdot}$	$Cr^{\cdot\cdot}$	$Mn^{\cdot\cdot\cdot}$	$Mn^{\cdot\cdot}$	$Fe^{\cdot\cdot\cdot}$	$Fe^{\cdot\cdot}$	$Co^{\cdot\cdot\cdot}$	$Co^{\cdot\cdot}$	$Ni^{\cdot\cdot\cdot}$	$Ni^{\cdot\cdot}$	$Cu^{\cdot\cdot}$	Cu.
Moment											
19	24	?	29	29	26	?	25	?	16	10	0
Nombre d'électrons N_1											
3	4	4	5	5	6	6	7	7	8	9	10

Une autre conséquence importante de cette étude critique est l'indépendance du nombre de magnétons des ions par rapport au degré de dissociation du sel. Comme conséquence inévitable de cette dernière loi, il faut supposer que les électrons de valence n'interviennent pas dans la production des moments magnétiques. D'autre part, la périodicité du paramagnétisme, en opposition avec l'uniformité de variation des masses atomiques et des spectres K et L de rayons X, montre également que ni le noyau ni les premiers étages qui se forment dans le H et He (K) et dans la première période courte constituée par les éléments du Li au Ne (L), ne participent non plus à l'origine de cette propriété. En ce qui concerne les électrons ajoutés à l'atome dans la deuxième période courte du Na au A, il est probable qu'ils ne jouent aucun rôle, quoique aujourd'hui on ne sache pas exactement si l'étage correspondant s'est complètement formé dans le A. Ce qui paraît indubitable est que l'organisation du système électronique produisant le moment magnétique ne commence que vers le Ti dans la première période longue. Pour l'interprétation de la variabilité des valences des éléments compris entre le Ti et le Cu, on admet aussi généralement que les électrons qui s'ajoutent dans ce groupe peuvent pénétrer dans des couches profondes de l'atome. Pour cela, et laissant de côté toute hypothèse concernant l'étage dans lequel se trouvent réellement ces électrons, l'auteur appelle N_1 les électrons qui ne se présentent pas comme électrons de valence, et dont le nombre, pour chaque cation, est consigné dans le dernier rang du tableau précédent. Construisons un graphique avec ce nombre d'électrons pour abscisses et le moment atomique pour ordonnées : il offre une régularité si évidente qu'il devient un auxiliaire précieux pour nous aider à résoudre le problème de la localisation de ces électrons. On peut ajouter comme origine de cette courbe le moment atomique 0 pour le $Ti^{\cdot\cdot\cdot\cdot}$ et alors on obtient comme moments très probables pour les cations avec un électron ($Ti^{\cdot\cdot\cdot}$ et $V^{\cdot\cdot\cdot\cdot}$) et avec deux électrons ($Ti^{\cdot\cdot}$ et $V^{\cdot\cdot\cdot}$) dans N_1, 8 et 14. Nous n'avons pas encore de données expérimentales précises concernant ces ions; on trouve seulement dans la littérature une valeur pour le Cl^3Ti, très discutable d'ailleurs, due à Wedekind et d'où l'on déduit 8,6 pour le nombre de magnétons du $Ti^{\cdot\cdot\cdot}$. Un intéressant problème que la courbe en question peut amener à résoudre, est de savoir si les électrons qui produisent la liaison entre l'oxygène et le métal dans le cas des oxydes, cessent d'intervenir dans le moment magnétique. Il existe plusieurs séries de mesures concernant cette sorte de composés, mais, généralement et pour divers motifs, elle ne sont pas utilisables pour le calcul du moment atomique. On peut signaler seulement un travail de Honda et Sené, pas très précis, sur les oxydes du manganèse, d'où on déduit que l'intervention desdits électrons dans le moment magnétique est pratiquement nulle. Ainsi dans MnO^2, pour lequel l'atome Mn a quatre de ses électrons employés dans la liaison avec les deux oxygène, correspond un moment voisin de 19 magnétons, comme pour le $Cr^{\cdot\cdot\cdot}$, nombre caractéristique du cas où existent trois électrons dans N, et dans Mn^2O^3 le moment est voisin de 24, comme pour le $Cr^{\cdot\cdot}$, puisqu'il reste libres quatre électrons dans N_1. Malheureusement, on ne peut déduire aucune interprétation concernant le comportement magnétique, en dessus ou en dessous du point de Curie, des métaux ferromagnétiques. Il faut aussi signaler que le système d'électrons où se trouve localisé le moment atomique possède une pleine liberté d'orientation, même lorsqu'il fait partie de molécules rigides, comme c'est le cas pour Mn^2O^3. On déduit ceci de la méthode de calcul qu'il est nécessaire d'appliquer pour déduire les moments qui s'accordent au graphique mentionné auparavant. Tous les résultats précédents ont une haute importance au point de vue des théories actuelles sur la structure de l'atome. Il paraît clair que la régularité de la loi de variation du moment magnétique avec le nombre d'électrons N_1 doit montrer que dans la série des éléments compris entre le Ti et le Cu se produit l'organisation d'un *système unique* d'électrons, qui est suffisamment voisin de la surface de l'atome pour pouvoir se modifier lorsque le caractère chimique de l'élément change, mais qui se trouve plus profondément placé que la région occupée par les électrons de valence. En deuxième lieu, la libre orientation de l'axe magnétique indique que les liaisons qui existent entre les atomes d'une molécule rigide influent sur l'ensemble des électrons qui établissent les liaisons, à l'exclusion de tout le reste de l'atome, qui peut s'orienter librement, au moins dans les éléments que nous venons de considérer. Cette observation a une importance fondamentale pour l'atome récemment décrit par Bohr. — M. **A. Guillet** : *Chronomètre à indication continue et uniforme.* M. Guillet présente à la Société un chronomètre dont le rouage, conduit sans discontinuité par un électro-diapason, est animé d'un mouvement uniforme. L'appareil réalise la réversibilité de l'opération d'inscription du mouvement de l'oscillateur.

SOCIÉTÉ CHIMIQUE DE FRANCE

Séance du 26 Mai 1922

M. **Palfray** : *Ethers homocamphoriques neutres et leurs produits de réduction.* L'auteur a préparé l'homocamphorate mixte d'éthyle et de phényle, F. 51°-51°,5, et l'a réduit par le sodium et l'alcool absolu en glycol correspondant, C^8H^{14} (CH^2CH^2OH) (CH^2OH), F. 63° - 63°,5. Il a également obtenu un produit de réduction incomplète C^8H^{14} (CH^2CH^2OH) (COOH), F. 130°-131°. — M. **P. Landrieu** : *Sur un nouveau genre de racémique actif.* L'auteur communique les résultats qu'il a obtenus en cherchant à combiner l'acide tartrique actif avec l'acide tartrique inactif par nature. Il a obtenu de beaux cristaux d'une combinaison double,

formant une sorte de racémique actif. Ces cristaux, dissous dans l'eau, ont un pouvoir rotatoire égal à la moitié de celui de l'acide actif. L'étude de la courbe de la composition des eaux-mères en équilibre avec les différents précipités démontre qu'on est bien en présence d'une combinaison double et non pas de cristaux mixtes.

Séance du 9 Juin 1922

MM. Ch. Moureu, Ch. Dufraisse et **C. M. Mackall** : *Le diphénylphénylléthinylcarbinol et ses dérivés.* Les auteurs ont préparé le chlorure $(C^6H^5)^2(C^6H^5.C \equiv C)CCl$, en cristaux blancs, F. 70°-71°, donnant par hydrolyse, l'alcool correspondant. En essayant de préparer l'éther-oxyde éthylique par action de l'alcool en présence d'acide sulfurique ou chlorhydrique, les auteurs ont obtenu un composé jaune, fusible à 87-88°, qui paraît être identique au composé que viennent de décrire Meyer et Schuster. — M. **E. E. Blaise** communique les résultats de ses recherches sur *la préparation des α-dicétones* à partir du chlorure d'oxalyle et des dérivés organo-zinciques mixtes. Il montre que l'action de $C^3H^7.ZnI$ sur le dichlorure oxal-bis-oxyisobutyrique donne un mélange renfermant le bis-cycloacétal-oxyisobutyrique du propylglyoxal et le biscycloacétal-oxyisobutyrique du dibutyryle. Ce dernier existe lui-même sous deux formes stéréoisomères, l'une racémique et l'autre inactive par nature. Le dédoublement des cycloacétals, réalisé dans des conditions convenables, conduit respectivement au propylglyoxal et au dibutyryle. Le premier de ces corps doit sa formation à une action réductrice du dérivé organo-zincique ; il constitue un liquide jaune vert, à odeur forte et piquante, bouillant à 36° sous 16 mm., donnant immédiatement une disemicarbazone et une osazone. Son acétal diméthylique bout à 65-66° sous 164 mm. Le dibutyryle, déjà obtenu par M. Locquin, bout à 61°,5 sous 14 mm. Sa dioxime fond à 181-182° et sa disemicarbazone au-dessus de 250°.

SOCIÉTÉ ROYALE DE LONDRES

Séance du 9 Février 1922 (fin)

M. J. E. Jones : *La fonction de distribution de la vitesse et les tensions dans un gaz monoatomique raréfié non-uniforme.* — **M. W. B. Hardy** et **Mlle I. Doubleday** : *La lubréfaction limite; la série paraffinique.* Les auteurs ont étudié les propriétés lubréfiantes des paraffines normales et de leurs acides et alcools dans les conditions de frottement limite. La loi d'Amonton se vérifie rigoureusement pour les mêmes surfaces de frottement et lubréfiants. Le frottement est indépendant de la quantité de lubréfiant présent. C'est une fonction linéaire du poids moléculaire ; on a $\mu =$ frottement : charge $= a - bM$, où M est le poids moléculaire et b une fonction pure de la constitution chimique.

Séance du 16 Février 1922

SCIENCES NATURELLES. — **MM. J. B. Cohen, C. H. Browning, R. Gaunt** et **R. Gulbransen** : *Relations entre l'action antiseptique et la constitution chimique.* Les recherches des auteurs mettent en évidence l'action antiseptique extrêmement puissante de certains dérivés de l'acridine, des sels de diamino-acridine et du méthochlorure de cette base. La présence de groupes aminés accroît le pouvoir antiseptique de l'acridine ; l'alkylation du groupe aminé le diminue, et l'acétylation le détruit. — **MM. L. Hill, D. H. Ash** et **J. A. Campbell** : *Le chauffage et le refroidissement du corps par l'application locale de chaleur et de froid.* Quand on chauffe ou refroidit les mains avec de l'eau, le chauffage ou le refroidissement du corps est important, mais il n'est pas constant pour un intervalle donné de température. Une perte de chaleur de 20 à 25 kilo-calories par les mains en 30 min. n'affecte pas sensiblement le métabolisme du corps. — **M. D. T. Harris** : *L'hyperémie active.* Le nerf lingual contient de vraies fibres vaso-dilatatrices et des fibres vaso-constrictives sympathiques. On peut produire une hyperémie active dans la langue du chien par excitation réflexe des nerfs vaso-dilatateurs au moyen de la stimulation des récepteurs calorifiques de la peau. — **M. B. B. Sarkar** : *Le nerf dépresseur du lapin.* Ce nerf est généralement formé de deux branches, une provenant du laryngé supérieur et une du vague, et il est relié avec le ganglion cervical inférieur, la racine de l'aorte et la base du cœur. Il contient des fibres moyennes et très fines à myéline, et des fibres sans myéline. — **MM. A. Lipschutz, B. Ottow, C. Wagner** et **F. Bormann** : *L'hypertrophie des cellules interstitielles dans le testicule du cobaye soumis à diverses conditions expérimentales.* La castration partielle cause souvent une énorme hypertrophie du tissu interstitiel. Cette hypertrophie n'est pas compensatrice, car la tendance à l'hypertrophie est plus marquée dans les fragments à afflux sanguin amélioré. L'hypertrophie paraît être indépendante de la fonction sécrétoire interne du testicule dans ses relations avec l'ensemble de l'organisme; c'est une réponse à des conditions locales.

Le Gérant : Gaston DOIN.

Sté Gle d'Imp. et d'Ed., rue de la Bertauche, 1, Sens.

33e ANNÉE N° 14 30 JUILLET 1922

Revue générale des Sciences pures et appliquées

FONDATEUR : LOUIS OLIVIER

DIRECTEUR : J.-P. LANGLOIS, Professeur au Conservatoire national des Arts-et-Métiers, Membre de l'Académie de Médecine

Adresser tout ce qui concerne la rédaction à M. J.-P. LANGLOIS, 8, place de l'Odéon, Paris. — La reproduction et la traduction des œuvres et des travaux publiés dans la *Revue* sont complètement interdites en France et en pays étrangers y compris la Suède, la Norvège et la Hollande

CHRONIQUE ET CORRESPONDANCE

§ 1. — Distinctions scientifiques

Elections à l'Académie des Sciences de Paris. — Dans ses séances des 26 juin et 3 juillet, l'Académie a procédé à l'élection de deux correspondants dans sa Section de Chimie, en remplacement de MM. Ph.-A. Guye et E. Solvay, décédés. Son choix s'est porté sur M. Amé Pictet, professeur de Chimie à l'Université de Genève, auteur de beaux travaux sur la constitution des alcaloïdes et celle de l'amidon, et sur M. A. Recoura, professeur à l'Université de Grenoble, qui s'est spécialisé dans l'étude des composés complexes du chrome.

§ 2. — Physique

Le problème de la prise de terre en radiotélégraphie. — La réalisation d'une bonne prise de terre constitue l'un des problèmes essentiels de l'établissement des postes radiotélégraphiques ; elle est particulièrement importante en ce qui concerne les relations à grande distance, parce que, pour ces relations, on opère au moyen d'oscillations à fréquence relativement basse ; le rayonnement des aériens est alors sensiblement moins efficace que pour les postes ordinaires, travaillant avec des oscillations plus rapides ; la fraction d'énergie rayonnée, comparativement à la dépense totale d'énergie, se trouvera de la sorte très réduite; c'est ainsi que telle grande station, transocéanique, avec une résistance perdue de 1,6 ohm, dont 1 pour la prise de terre, ne rayonne qu'une puissance correspondant à une résistance fictive de 0,07 ohm ; le rendement de rayonnement n'y est donc que 4,1 %, ce qui représente un gaspillage d'énergie considérable; il est dès lors évident que l'on aurait le plus grand intérêt à améliorer les prises de terre.

L'ingénieur américain Alexanderson, créateur d'un alternateur à haute fréquence pour la production mécanique directe des oscillations radiotélégraphiques, a imaginé à cet égard un perfectionnement susceptible d'améliorer notablement le fonctionnement des installations radiotélégraphiques; son système consiste à établir, en un certain nombre de points de la longueur de l'antenne, des liaisons supplémentaires vers la terre. Ce système a été mis en pratique à la grande station radiotélégraphique de New Brunswick; l'on y est parvenu de cette façon à abaisser la résistance de la terre de 3 ohms à 0,20. D'après cela, le procédé pourrait être tenu pour pratiquement efficace; il n'est toutefois applicable qu'aux antennes longues et étroites, telles qu'on les emploie au poste sus-indiqué ; en outre, il implique un accord séparé pour chacune des prises de terre, ce qui oblige à des opérations peu avantageuses, chaque fois que l'on veut modifier la fréquence d'oscillation de l'aérien ; l'inconvénient est mitigé, il est vrai, lorsqu'il s'agit d'installations puissantes, parce que l'outillage en est de toute façon tellement complexe que la complication de l'antenne ne change pas grand'chose à la situation.

En Allemagne, le Dr Meissner, de la Compagnie Telefunken, prétend être arrivé à des résultats non moins décisifs par un procédé plus simple, qui consiste à déposer dans le sol, sous l'antenne, des fils distribués de telle sorte que le courant recueilli par chacun soit proportionnel à l'intensité du champ électrique de l'antenne dans la région correspondante; entre ces fils et la prise de terre proprement dite, des conducteurs de

retour sont établis sur potelets. Le Dr Meissner affirme que, de cette façon, le courant est repris à la terre aussitôt qu'il y pénètre et que la résistance de la prise de terre est ainsi réduite à un minimum; pour de petites antennes, il est arrivé par ce procédé à abaisser la résistance à 0,1 ohm; or, la résistance des grandes antennes est toujours moindre que celle des petites; pour les grands postes, on peut donc compter ainsi arriver à des résistances plus faibles encore que celle de 0,1 ohm déjà réalisée dans les petits postes; il reste toutefois à vérifier expérimentalement cette conclusion, l'inventeur n'en ayant pas encore fait la preuve.

H. M.

§ 3. — Chimie

Recherches sur l'effet des atmosphères réductrices sur le cuivre. — Le cuivre subit d'ordinaire, lorsqu'il est chauffé vers 700° ou 800° C., des modifications de texture qui en altèrent considérablement les propriétés et peuvent le rendre absolument inutilisable pour les applications usuelles.

Des travaux récents ont montré que ce phénomène est dû à l'influence des atmosphères réductrices dans lesquelles on opère sur l'oxyde de cuivre que le métal contient; M. T. S. Fuller, à Shenectady, s'est livré à ce sujet à une longue série d'expériences.

Ses recherches ont particulièrement établi que la sensibilité du métal vis-à-vis des gaz réducteurs est extrêmement marquée, de telle sorte qu'il suffit de l'atmosphère réductrice résultant des matières organiques d'un bain de sable de mer pour l'affecter profondément.

Un autre technicien américain, M. R. J. Redding, avait d'ailleurs déjà reconnu que la légère pellicule d'huile laissée sur des pièces en cuivre par les opérations d'usinage pouvait provoquer la détérioration du métal au cours du recuit.

Une première conclusion des observations de M. T. S. Fuller est qu'il faut soigneusement veiller à ne pas chauffer le cuivre dans des milieux susceptibles d'exercer une action réductrice, si faible soit-elle, sur le métal; l'acier et le sable ne peuvent à cet égard être considérés comme inertes à l'égard du cuivre.

On ne peut espérer conserver à un fil de cuivre ses propriétés normales si on le chauffe, fût-ce dans un milieu absolument inerte, dans un tube d'acier, même préalablement chauffé d'une façon prolongée; le carbone du métal suffit à produire une atmosphère réductrice d'une nocivité marquée.

Avec un tube en fer électrolytique, on ne constate pas de contamination du cuivre, à la condition que la matière où celui-ci est placé ne soit pas de nature à donner des gaz réducteurs; c'est ce qui se présente avec le sable, si l'on n'a pas la précaution de le soumettre préalablement à un chauffage prolongé, de 4-5 heures par exemple, à 600° C.

Moyennant ce traitement, le sable est rendu inerte; est inerte aussi l'alumine en poudre fine; un fil plongé dans cette matière et chauffé dans un tube en porcelaine ne subit pas de détérioration; même chose dans un tube en cuivre; par contre, un fil chauffé pendant 1 heure, à l'air, perd complètement ses propriétés ordinaires, de ductilité par exemple.

M. T. S. Fuller pense que la dégradation subie par le métal est due à la formation et à l'accumulation, et finalement aux pressions internes qui résultent de cette accumulation, des gaz provenant de la combinaison des gaz réducteurs avec l'oxygène de l'oxyde de cuivre disséminé dans la masse; on constate, en tout cas, une légère augmentation du diamètre des conducteurs après chauffage.

D'autre part, le cuivre ne subit pas de détérioration lorsqu'il est exempt d'oxygène; on obtient du cuivre exempt d'oxygène en désoxydant le métal, lorsqu'il est en fusion et surchauffé, par une addition de carbure de bore.

Henri Marchand.

§ 4. — Zoologie

L'histoire naturelle des grenouilles nord-américaines. — Le « Bureau of Fisheries » des Etats-Unis a récemment publié un intéressant opuscule sur l'utilisation et la biologie des grenouilles [1]. Jusqu'ici toutes les grenouilles [2] étaient capturées à l'état sauvage. Pour permettre de tenter avec des chances de succès l'élevage des grenouilles, il importait avant tout de posséder des renseignements précis sur les espèces comestibles, la chronologie de la ponte et des éclosions, la nourriture des têtards et des adultes, les ennemis à redouter : ce sont ces indications que nous fournit M. Wright dans sa brochure magnifiquement illustrée.

Les espèces comestibles sont nombreuses : ce sont les grenouilles vertes (*Rana clamitans*), taureau (*R. catesbeiana*), taureau du Sud (*R. grylio*), léopard (*R. pipiens*), léopard du Sud (*R. sphenocephala*), pickerel (*R. palustris*), à pattes jaunes (*R. boylii*), occidentale (*R. pretiosa*), taureau de l'Ouest (*R. aurora*). — D'autres formes de grenouilles (*Rana septentrionalis*, *R. virgatipes*), *R. æsopus*, ou de crapauds (*Scaphiopus Holbrookii*, *Bufo americanus*) pourront peut être aussi apparaître sur le marché. — Enfin il existe toute une série d'espèces appartenant aux genres *Hyla*, *Acris*, etc. considérées comme « undesirable ».

Pour tenter l'élevage des grenouilles, il faut commencer par se procurer un « stock » : on pourra à cette fin s'adresser à cinq stades : adultes isolés, individus accouplés, œufs, têtards, stades de transition.

1. *Individus isolés.* — Les mœurs sont très variables et chaque espèce possède des faciès de prédilection. Des photographies illustrent ces faits et montrent l'habitat des différentes grenouilles, de celui du « mink frog » qui fréquente les étangs à castors couverts de nénuphars à celui de la rainette des déserts qui hante les mares pierreuses de l'Arizona. Certaines formes sont grégaires (grenouille léopard), d'autres sont beaucoup plus solitaires (grenouille verte et taureau) : il sera

1. A. H. Wright : Frogs, their natural history and utilization. Appendix VI to *Report U. S. Commiss. Fish.* 1919 (Bureau of Fisheries, Document n° 888), 1920, 44 p. + XXII pl.

2. En 1908, on signale 250.000 livres de pattes, valant 42.000 dollars.

donc plus difficile de commencer un élevage par les adultes isolés de ces dernières.

2. *Paires accouplées.* — On sait que le mâle se reconnaît à la tuméfaction glandulaire du pouce. Les principales espèces comestibles peuvent — fait précieux — être distinguées par le mode de leur accouplement. Les quatre *Rana* édibles (léopard, picherel, verte, taureau) pratiquent « *l'embrassement pectoral* », le mâle tenant la femelle en arrière des pattes antérieures, ses mains appliquées sur la poitrine de cette dernière. La rainette et le crapaud s'adonnent à « *l'embrassement axillaire* », le mâle enfonçant ses avant-bras dans les aisselles de la femelle, ses doigts antérieurs repliés. D'autres genres (*Scaphiopus*, *Gastrophryne*, etc.) pratiquent « *l'embrassement inguinal* », le mâle saisissant la femelle juste en avant des pattes postérieures. Il faut noter d'ailleurs qu'un mâle affaibli de *Bufo* (à embrassement normal axillaire) ou de *Rana* (à emb. norm. pectoral) peut saisir la femelle selon le mode inguinal.

3. *Œufs.* — La difficulté réside ici dans la détermination des œufs qui exige une certaine attention. L'auteur donne des renseignements précis sur la forme des masses d'œufs et sur leurs emplacements : certains œufs flottent, d'autres sont fixés à des végétaux, se présentant sous forme de lames, d'amas diversement constitués, ou de chapelets; rarement les œufs sont pondus isolés; en ce cas, leur récolte est particulièrement difficile (*Hyla crucifer*).

4. *Têtards.* — La durée de cette phase est très variable : alors que 60-80 jours s'écoulent, pour la grenouille léopard, entre la sortie de l'œuf et la transformation en grenouille, il faut compter 1 an pour la grenouille verte, 2 pour la grenouille taureau dont la larve atteint une taille de plus de 8,75 cm.

5. *Stades de transition.* — La métamorphose est une époque critique pour le têtard et certains recommandent la capture des grenouilles au moment où les pattes sont apparues et où la queue est en voie de réduction.

Un problème capital pour l'élevage est celui de la nourriture des grenouilles. Les têtards se contentent de matières en putréfaction, végétales ou animales : ils dévorent en captivité avec ardeur leurs congénères décédés et l'on sait que les têtards se chargent à merveille du dépouillement des pièces ostéologiques. Pendant la métamorphose, l'animal se nourrit à peine : il est vraisemblable que les réserves provenant de la résorption caudale suffisent à l'alimenter. Enfin, dès que la queue a disparu, s'établit le régime purement carnassier des adultes, où les végétaux (moins de 1 %) sont probablement ingérés accidentellement, comme le gravier (0,1 %). — Les animaux forment 97-98 % du total : mollusques (1-3 %), vers (1 % chez le crapaud), araignées (2 % [crapaud] — 27 % [grenouille léopard]), crustacés (2 % [crapaud] — 20,25 % [g. taureau]), myriapodes (1,6 % [grenouilles] — 10 % [crapaud]), insectes surtout formant la grosse majorité (coléoptères, chenilles, sauterelles, fourmis, etc.). Les Vertébrés sont rarement utilisés : on a cependant trouvé dans l'estomac de la grenouille taureau des têtards, grenouilles, poissons, moineaux, canetons, souris, serpents, voire de jeunes alligators !

Les ennemis des grenouilles sont innombrables : Insectes (notonectes, larves de dytiques), Poissons, Amphibiens (salamandres, *Necturus*, *Cryptobranchus*; certaines grenouilles adultes ne reculent ni devant le fratricide, ni devant le cannibalisme), Reptiles, les plus dangereux et féroces mangeurs de grenouilles (alligator, tortues et surtout serpents qui leur font une guerre acharnée), Oiseaux (hérons, falconides, canards, etc.), Mammifères (rats, petits carnassiers). Enfin l'homme détruit les grenouilles à toutes les époques de l'année et spécialement pendant la pariade (0,9 des captures) : il faudrait fixer des dates à partir desquelles seulement la chasse serait autorisée, ce qui permettrait d'empêcher le dépeuplement tôt ou tard fatal si une réglementation scientifique n'intervient.

Th. Monod.

§ 5. — Sciences médicales

La peste en Russie. — Les nouvelles qui nous parviennent de Russie sont assez rares pour qu'il ne soit pas sans intérêt de mettre sous les yeux des lecteurs de la *Revue* les renseignements donnés par le Dr S. Nikanoroff, Directeur de l'Institut de Microbiologie et d'Epidémiologie à Saratov, sur l'épidémie de peste qui a sévi tout récemment dans le pays des Kirghiz[1]. Ces renseignements étant de source russe, donnés avec une rigueur scientifique, ne peuvent être entachés d'inexactitude ni surtout correspondre à un pessimisme exagéré. Ils sont intéressants à plus d'un titre.

La peste sévit à l'état subendémique dans la steppe des Kirghiz. Avant la guerre, il y eut des épidémies en 1900 et 1913 ; depuis en 1915, 1917 et enfin 1921-22. Toutes ces épidémies suivirent immédiatement des épizooties pestiques de Rongeurs (rats, souris, surmulots, spermophiles). En 1920-21, il y eut une grande épizootie de souris, qui ne fut pas suivie d'épidémie. Au cours de la dernière épidémie, le rôle [déjà connu] des puces dans la propagation de l'infection a été très évident; mais, s'il est important, il n'est pas nécessaire. Le Dr Nikanoroff signale « l'origine de la pneumonie primaire chez l'une des premières victimes de l'épidémie [de 1915]. La personne en question rentrait du foin, dont les couches inférieures contenaient beaucoup de cadavres de souris mortes aux différents moments; il y avait aussi des malades et des mourantes. C'est problablement en respirant la poussière infectée que la contagion s'est produite. La possibilité de ce fait tient à ce que le microbe de la peste dans le milieu albuminoïde à l'état sec (crachat, exsudat, fèces) conserve, d'après nos observations, la vitalité et la virulence pendant 165 jours environ. » [On admet généralement que le bacille de Yersin se conserve mieux à l'état humide qu'à l'état sec et le maximum de durée observe était 109 jours (Zlatagoroff, sur des cadavres de rats conservés à 3 ou 5°).]

Voici, très rapidement résumé, ce que dit le Dr Nikanoroff de la dernière épidémie, qui n'était pas terminée en février dernier : « Jusqu'au dernier temps, la peste

1. *Rev. de Microbiol. et d'Epidémiol.* (Saratov), t. I, p. 1-12 et 36-41 [en russe] (résumé en français, p. 71-72 et 76).

endémique dans la steppe des Kirghiz n'a pas présenté de menace à la République, car il y avait la certitude que la vigoureuse organisation anti-pestique de la steppe garantit du danger. A présent la situation est changée ; l'organisation est détruite ; nous manquons de force et de moyens pour lutter contre la peste. C'est pour cela que l'épidémie qui a éclaté dans le rayon de Talovka de Kirghiz présente un intérêt particulier. De juillet 1921 à février 1922, chez 3 familles, 23 personnes ont été atteintes, 6 guéries, 16 mortes et 1 encore malade. Des 23 cas, nous attribuons : 18 à la peste bubonique, 3 à la forme pulmonaire, 1 bubono-pulmonaire, 1 à la peste cutanée ; le nombre de cas mortels est de 70 °/₀. L'épidémie s'est passée de soins médicaux... On ne peut pas envisager l'avenir sans inquiétude parce que pour la lutte contre la peste nous n'avons ni personnel ni équipement pour l'évacuation. Or, la grande mortalité des habitants à la suite de famine et d'autres maladies a affaibli la peur de la peste, ce qui augmente la possibilité de propagation de l'infection. Au surplus, on s'attend à ce qu'au printemps la population se nourrisse en masse de spermophiles. S'il y a une épizootie pestique, cela fera un contact sans précédent des habitants avec la cause de la peste. Et il est problable qu'une épidémie pestique éclatera de nouveau. » — Si la peste, partie de l'Oural, menace la Russie occidentale, cela constitue un danger prochain pour l'Europe centrale et peut-être même l'Europe occidentale.

§ 6. — Géographie

Les influences géographiques en linguistique. — La Géographie linguistique, d'après M. Albert Dauzat, a pour but essentiel de reconstituer l'histoire des mots, des flexions, des groupements syntaxiques d'après la répartition des formes et des types actuels [1]. Cette répartition, en effet, doit être non seulement fonction du passé, mais aussi des conditions géographiques et du milieu dont l'homme est solidaire. A l'imitation de la Géologie, la Géographie linguistique devra reconstituer par leurs affleurements actuels les couches superposées des mots en grande partie enfouis. Il s'agira de retrouver, pour le nom d'un objet ou d'une idée, l'âge respectif et les aires successives des types aujourd'hui juxtaposés.

C'est ainsi que les mots les plus archaïques se retrouvent en général dans les montagnes et que les formations néologiques se sont développées dans les plaines, ce qui tient aux conditions qui ont présidé au rayonnement et à la propagation des mots et qui sont nécessairement en rapport avec la géographie physique. Cette connexion supporte cependant des exceptions, et M. Dauzat observe que des conditions purement sociales entrent aussi en jeu. Par exemple, la Wallonie, contrée de plaine, est sensiblement aussi archaïque que la région pyrénéenne et l'est souvent plus que les Alpes, parce qu'elle est adossée, au nord et à l'est, aux langues germaniques.

En même temps que la distribution des vocables qui peut s'inscrire sur des cartes, la Géographie linguistique étudie leurs migrations, leur extension, leur recul, — les rencontres, les altérations, les chocs survenus au cours de ces voyages. C'est au cours de ces déplacements que les termes sont le plus sujet à s'altérer. « Les mots suivent les grandes voies géographiques empruntées par les invasions comme par les échanges commerciaux et les relations sociales normales ; eux aussi se heurtent à des barrières naturelles formées par la mer, les montagnes, les espaces inhabités, comme aussi aux barrières linguistiques qu'offrent les groupements humains parlant des langues foncièrement différentes, et réfractaires, par suite, aux échanges intellectuels. Mots, formes et locutions rayonnent surtout autour des grands centres urbains, qui sont à la fois des foyers de civilisation et, d'une façon plus restreinte, d'irradiation linguistique. »

La différenciation du langage a des causes purement sociales et des raisons d'ordre géographique ; elle est plus grande dans les montagnes que dans les plaines, à cause du plus complet isolement des vallées. Les rapports linguistiques des idiomes voisins dépendent des relations entre les populations qui les parlent. M. Dauzat cite l'exemple de la Corse où l'on parle un dialecte qui n'est ni provençal, ni gênois, mais toscan, preuve des relations continues avec la Toscane pendant le Moyen âge. Les patois de l'île de Ré se rattachent aux parlers poitevins situés au nord, tandis que ceux de l'île d'Oléron dérivent des parlers saintongeais situés au sud-est.

Les séparations linguistiques diffèrent beaucoup en précision. Elles peuvent être très nettes quand il s'agit d'obstacles naturels : bras de mer, montagnes difficiles à franchir, espaces inhabités ; l'embouchure de la Gironde forme une limite bien tranchée entre le gascon et le saintongeais. On peut toujours délimiter une langue dans l'espace en l'opposant à des langues d'un type différent. Nous connaissons les limites du français et de l'allemand, mais on éprouve déjà une certaine peine à tracer la frontière respective du français et du provençal, du haut et du bas-allemand, et la difficulté est bien plus grande encore si l'on veut établir des lignes de démarcation à l'intérieur des parlers d'un même domaine linguistique [1]. « Aucune limite réelle, écrit Gaston Paris, ne sépare les Français du Nord de ceux du Midi ; d'un bout à l'autre du sol national, nos parlers populaires étendent une vaste tapisserie dont les couleurs variées se fondent sur tous les points en nuances insensiblement dégradées. » Il en est des dialectes comme des régions naturelles : quand elles ne servent pas de base à des divisions politiques, les limites en restent toujours indécises. M. J. Vendryes observe qu'en Bretagne la séparation des dialectes coïncide avec les anciennes divisions religieuses et politiques du pays. C'est dans le même sens que M. A. Meillet, parlant des parlers slaves méridionaux, déclare qu'une limite linguistique tranchée résulte toujours de quelque accident historique, et que c'est la politique qui décidera de l'avenir linguistique de la Macédoine [2].

Pierre Clerget.

1. Albert Dauzat : *La géographie linguistique*. 1 vol. in-16 de 200 pages, avec 7 figures dans le texte. E. Flammarion, éditeur, Paris, 1922.

1. J. Vendryes : *Le langage. Introduction linguistique à l'histoire*. 1 vol. in-16, Paris, 1921.

2. A. Meillet : *Les langues dans l'Europe nouvelle*. 1 vol. in-16, Paris, 1918.

L'EXPERTISE DES ÉCRITURES PAR LES MÉTHODES SCIENTIFIQUES

Depuis qu'il y a des écrits, il y a des faux. Justinien en parle et nous avons toute une littérature sur cette question au Moyen âge et dans les temps modernes. Mais, si les faussaires se montrent parfois habiles, les malchances et les bévues de ceux qui ont mission de les découvrir ont fait la joie des chroniqueurs. Nos contemporains ont vécu les jours où se déroulèrent l'*Affaire Dreyfus* et l'*Affaire Humbert-Crawford*, drames, grâce aux experts en écriture, mâtinés des joies de l'ironie.

Est-ce donc que la découverte des faux ne peut connaître ni technique ni certitude? On en serait moins sûr si l'on songeait aux conditions déplorables dans lesquelles se font ces sortes de recherches. Je ne parle pas seulement des obligations absurdes qu'impose une procédure archaïque, mais surtout du recrutement des experts. Alors que le médecin légiste, le chimiste des fraudes alimentaires, le toxicologue, sont choisis parmi les compétences les plus distinguées que puisse offrir le milieu universitaire ou celui des praticiens, l'examen graphique sera remis à qui veut bien s'en charger. On n'exige ni étude préalable, ni compétence, ni spécialisation, ni diplôme, et je préfère ne pas raconter ici quelles étranges combinaisons ces choix peuvent parfois déceler. Osons donc le dire, le ridicule où a sombré une aussi importante opération de l'enquête criminelle est dû pour une très large part à l'indifférence et à l'inertie des magistrats. Mieux eût valu renoncer absolument à ordonner des recherches, que de les confier à des gens en qui on n'avait nulle confiance, et dont on reprendrait le travail point par point.

Il est résulté de ce discrédit qu'au moment où se sont fondés les *Laboratoires de police*, un certain nombre de créateurs de ce qu'on a appelé la police scientifique, effrayés par le dur courant qu'il fallait remonter, renoncèrent systématiquement à l'étude de l'écriture. Quelques-uns seulement osèrent entreprendre l'introduction des méthodes scientifiques dans un domaine où l'empirisme seul avait régné jusqu'ici.

Je voudrais, en une revue rapide, montrer où en est la question, où des acquisitions essentielles ont été faites déjà, mais qui appelle encore des efforts prolongés. Il importe avant tout de préciser et de sérier les questions. C'est ce que je vais faire d'abord.

* *

Un document écrit peut être l'objet de diverses sortes de forgeries[1]. Tantôt le faussaire a gratté une partie du texte, l'a lavé, ou l'a surchargé; c'est ce qu'on peut appeler le groupe des faux mécaniques; dans ces sortes de questions, on peut dire que les méthodes d'expertise sont au point. Tantôt le faussaire a décalqué un modèle; et là encore nous sommes armés. Tantôt il a guidé la main de sa victime; et c'est encore un problème clairement soluble. Mais le plus souvent il aura seulement imité l'écriture d'un modèle, ou bien il aura déguisé la sienne propre; et ici se pose la question de la vérification d'écriture proprement dite, qui est la dernière venue dans les laboratoires et la plus redoutable.

I. — Les faux mécaniques

Reiss, à Lausanne, Dennstedt, Voigtlander, Popp, Paul, Schneickert, en Allemagne, ont montré que la microphotographie et l'analyse chimique peuvent toujours déceler les faux mécaniques.

Il peut s'agir de grattages, de surcharges, ou de l'un et l'autre superposés. Il est presque toujours facile de faire réapparaître le texte primitif, soit par la photographie, soit par certains réactifs. S'il s'agit de mots écrits au crayon, la photographie du verso en chambre noire, avec un pinceau de lumière rasant le papier, fait apparaître le relief du foulage produit par la pointe du crayon avant l'effacement.

Une autre méthode donne d'excellents résultats, qu'il s'agisse de grattage, de gommage, ou même de déchirure ou d'arrachement d'une feuille : c'est l'utilisation de la décharge. On sait que l'encre et le crayon qui ont servi à tracer un texte ou un dessin ont la propriété de céder une part de leur matière à la page blanche ou noire qui entre en contact avec la feuille où le texte ou le dessin a été tracé. Il se forme ainsi des images renversées qui, lorsqu'elles ne sont pas discernables à l'œil, sont décelables par la photographie. On conçoit qu'en cas de grattage, la décharge du texte effacé pourra servir à la reconstitution.

C'est ainsi qu'on a pu connaître une lettre qui était le nœud d'un procès criminel, et dont le coupable avait avalé la page dénonciatrice devant même le magistrat qui l'interrogeait. Mais la feuille était double, et craignant sans doute de ne

1. Cf. *L'Enquête criminelle et les Méthodes scientifiques*, Paris, Flammarion, 1920. — Du même, *Manuel de technique policière*, Paris, Payot, 1922. — *Policiers de roman et policiers de laboratoire*, Paris, Payot, 1922.

pouvoir tout ingérer, le malfaiteur avait séparé la page blanche de celle qui lui paraissait seule dangereuse : la page blanche répondit à l'interrogation de l'expert et montra ce qu'avait contenu le document accusateur.

Dans le cas de surcharge, le texte nouveau peut consister en une simple modification des caractères primitifs ou en une substitution après

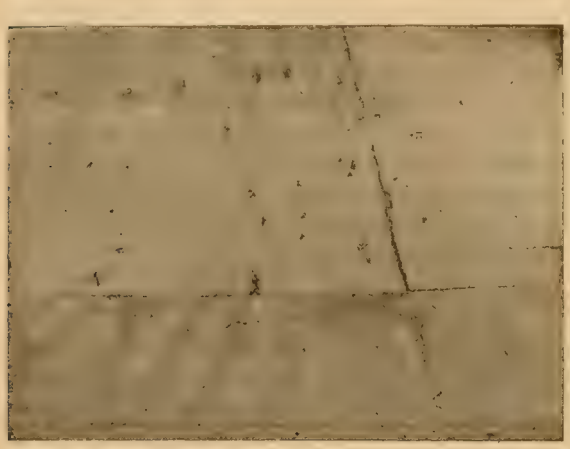


Fig. 1. — *Verso d'un chèque ayant porté un reçu de huit cents francs.* — Le reçu a été gratté au canif, surchargé de barres à l'encre violette, puis recouvert d'une bande de papier collé.

grattage; le premier cas est constamment soluble, avec l'aide de la microphotographie. En effet, il n'est pas de retouche, si admirablement

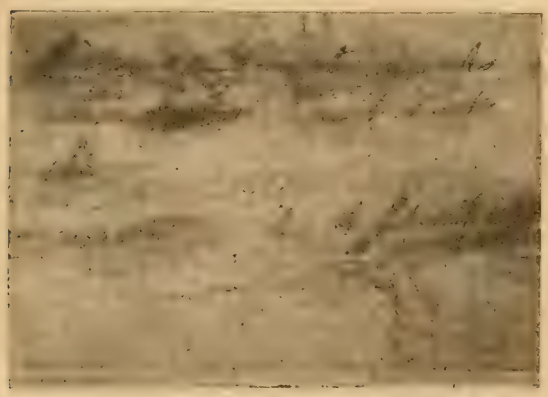


Fig. 2. — *Le verso du chèque de la fig. 1 après traitement.* — On a photographié par transparence, après injection de sulfhydrate d'ammoniaque, qui a remonté les traces d'encre grattée. Le texte est réapparu nettement sur la photographie.

faite soit-elle, où le microscope ne permette de distinguer le trait primitif du trait surajouté. Si la surcharge repose sur un grattage, l'opération est plus compliquée : il faut lire le texte primitif sous le texte nouveau. La photographie, l'examen microscopique, l'étude de la décharge, l'analyse du foulage au verso, doivent permettre d'aboutir dans tous les cas. La figure 1 montre le verso d'un effet de commerce, tel qu'il fut présenté à l'expert : il s'agissait de déchiffrer une mention ayant figuré sur ce verso ; or, le texte avait d'abord été gratté au canif; on avait ensuite surchargé le grattage par des barres à l'encre violette ; on avait enfin collé sur le tout un morceau

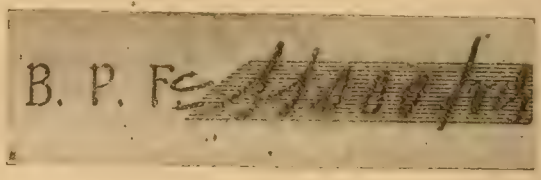


Fig. 3. — *Faux par surcharge.* — Le nombre 1.000 a été transformé en 11.000.

de papier vergé. Un fort éclairage par transparence supprima l'obstacle du papier surajouté; la plaque photographique, peu sensible au violet, permettait de négliger la surcharge; enfin, le

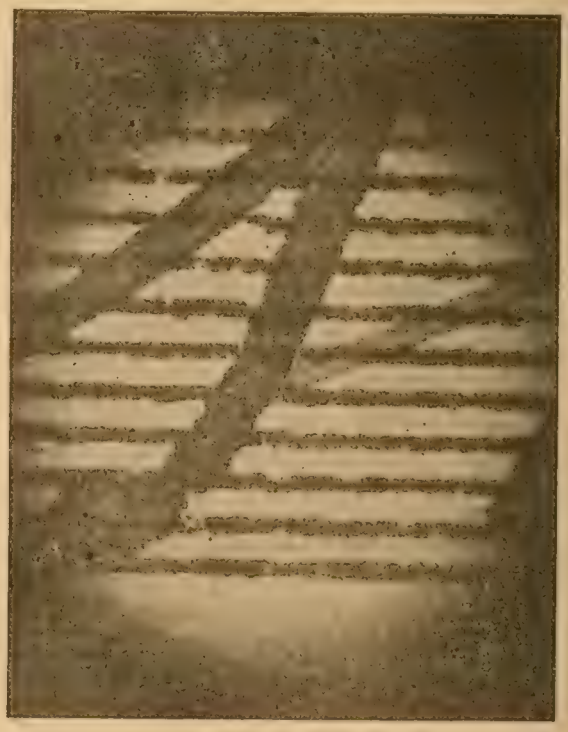


Fig. 4. — *Microphotographie du faux de la fig. 3.* — On voit que le premier 1 a été tracé après le second.

sulfhydrate d'ammoniaque fit réapparaître les traces d'encre du texte gratté, et on put lire : *Reçu en compte, sur les mille francs, huit cents francs*, et la date (fig. 2).

En principe, dans les expertises concernant les grattages, il faut avoir confiance, même dans les cas les plus désespérés. Dans une affaire criminelle, on m'a demandé de lire une étiquette

sur une petite boîte d'échantillons. L'étiquette était arrachée presque entièrement, et la place où elle était avait été lavée. Malgré des conditions d'apparence si défavorable, les réactifs usuels firent réapparaître le texte avec une netteté surprenante, grâce à ce qu'un peu d'encre s'était insinué dans le bois sous-jacent à l'étiquette.

La figure 3 montre la transformation d'un chèque de 1.000 fr. en un chèque de 11.000 fr. La microphotographie (fig. 4) fait clairement voir que le premier 1 est en surcharge sur la barre

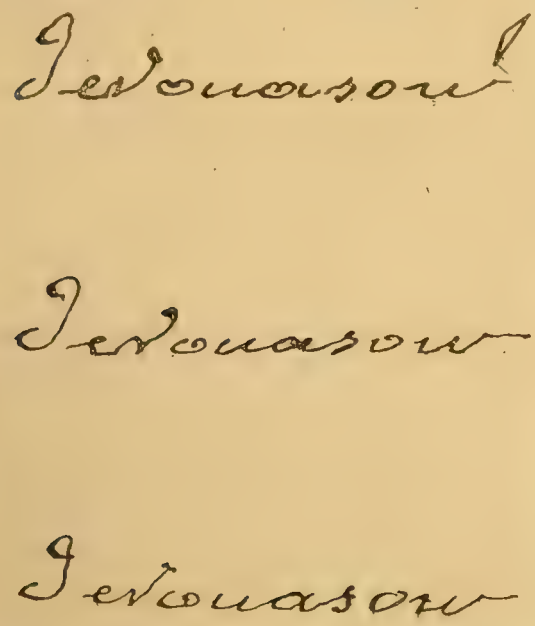


Fig. 5. — Trois noms pris dans un même testament et provenant d'une forgerie par calque sur un même modèle. On voit la trop exacte coïncidence de nombreux repères.

d'attaque du second. Il s'agit donc bien d'un faux.

II. — Le faux par décalque

Le faux par décalque implique l'existence de reprises et de retouches qui le rendent presque toujours facile à reconnaître. C'est la microphotographie qui résoudra ici le problème; c'est aussi le repérage des écartements montrant que tous les espacements des mots semblables concordent. La découverte du crime sera surtout facile lorsqu'on aura saisi la pièce même qui a servi de modèle, comme il arrive assez souvent.

Après la mort d'un paysan savoyard, un notaire reçoit, dans des conditions d'ailleurs romanesques, un testament dont les dispositions semblent suspectes, malgré la parfaite identité de l'écriture avec celle du défunt. L'examen microscopique pratiqué au Laboratoire de Lyon fait d'abord découvrir la présence d'innombrables retouches. Mais surtout on constate, comme il est évident sur la figure 5, que certains mots répétés proviennent d'un calque commun, comme en témoigne leur repérage beaucoup trop régulier.

Il faut, bien entendu, dans le cas où le diagnostic de calque ou d'imitation servile est basé sur la seule présence des retouches et des reprises, distinguer avec grand soin la retouche du retoucheur de la retouche du faussaire. Il y a, en effet, de nombreux individus dont l'écriture est informe ou tremblée, qui reviennent sur un mot ou sur un membre de phrase pour en remanier les lettres les plus défectueuses. Ainsi la retouche du retoucheur tend vers un maximum de lisibilité, c'est-à-dire vers un optimum calligraphique, tandis que la retouche du faussaire tend à altérer les formes spontanées pour les rapprocher du type graphique du modèle.

III. — Le faux a main guidée

La question de la main guidée se pose dans un assez grand nombre d'affaires, des testaments ou des donations par exemple. Elle a été spécialement étudiée au Laboratoire de police de Lyon.

Il y a trois sortes de mains guidées, que nous appellerons la main inerte, la main aidée, la main forcée. Dans le premier cas (main inerte), un paralytique, un parétique, un illettré total, parfois même un agonique, acceptent ou désirent que l'on écrive pour eux, mais ils savent ou ils croient que l'écriture n'aura de valeur que si la plume est entre leurs doigts. Ils abandonnent leur main morte à une main guide qui la conduit. Le résultat est un graphisme analogue à celui qu'eût tracé le guide s'il écrivait seul, avec cependant une déformation caractéristique, qui est un développement des largeurs par rapport aux hauteurs. Cette déformation porte à la fois sur les espaces interverbaux, les écartements intergrammatiques et les écartements intragrammatiques. A cette déformation principale et constante s'ajoutent des altérations variées portant sur les valeurs angulaires, la fréquence des coupures, les modes de liaison et, plus encore, la position et la forme des accents et de la barre du *t*. Mais ces troubles ne sont point tels que l'écriture en perde son aspect général reconnaissable. Ils ne sont points tels surtout que l'analyse graphométrique ne reste possible et ne permette d'identifier en toute assurance la main guide.

Dans les cas de main forcée, la victime (car il ne peut s'agir que d'un acte criminel) a eu la main saisie par un agresseur qui lutte pour

l'obliger à tracer un texte. C'est le cas du duc de Guise forçant la duchesse à écrire à Saint-Mégrin sous la pression de son gantelet de fer. Dans les faits de cet ordre, la lutte entre les deux volontés se traduit par une écriture à peine lisible et dont les hachures sont extrêmement caractéristiques.

des lignes sont hésitantes parce que les deux mains cherchent leur point d'attaque en des endroits différents; la ponctuation est très souvent doublée; enfin les mots sont alternativement descendants et ascendants. La figure 6 représente un cas très net d'écriture à main guidée où l'on retrouve tous les signes qui viennent d'être dits.

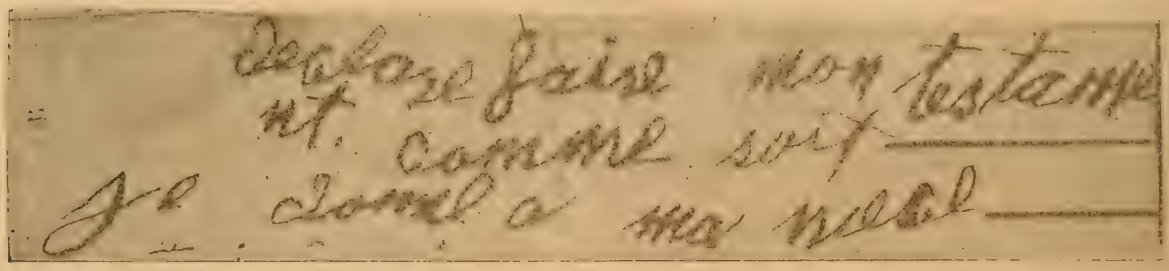


Fig. 6. — *Fragment d'un testament écrit à main guidée.* — On remarque la grandeur des *m* et des *n* fortement appuyés, l'irrégularité de direction des mots, la largeur des boucles, la malfaçon des *r*.

Reste le cas de la main aidée, de beaucoup le plus fréquent. Le scripteur sait mal écrire, ou bien il est atteint d'une impotence fonctionnelle plus ou moins grande (sénilité, rhumatismes, lésion nerveuse centrale ou périphérique, blessure du bras, etc.); ou enfin l'affaiblissement dû

IV. — Les faux par imitation

Il arrive parfois que le faussaire s'astreint à reproduire servilement un modèle. Dans ce cas, les imperfections du faux sont les mêmes que s'il y avait eu calque [1].

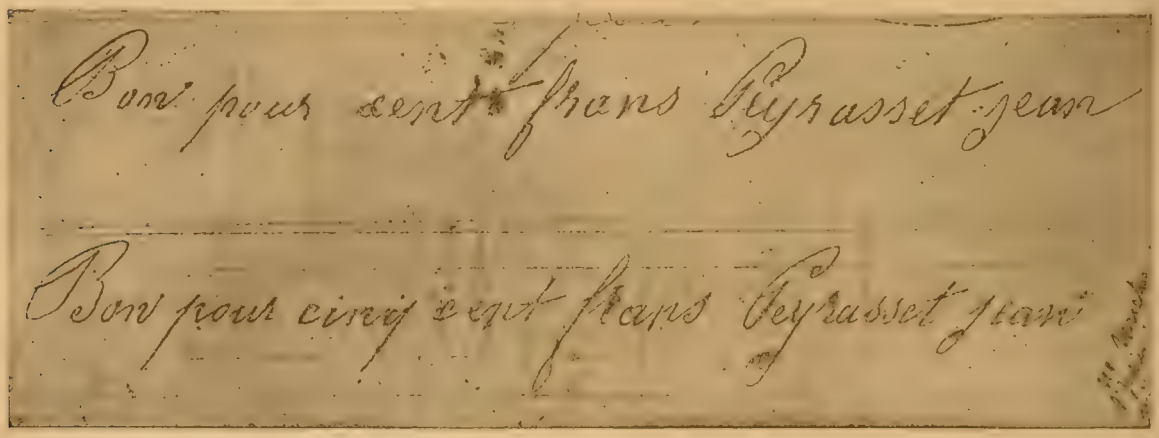


Fig. 7. — *Faux par imitation servile.* — La première ligne est authentique, la seconde imitée. On note les retouches des *r*, de l'*y* et du *j*, et la tache ajoutée sur le *c* de cent par un excès de scrupule.

à une affection générale lui ôte le moyen d'écrire seul. Il réclame l'aide d'une main guide. Mais il ne s'abandonne pas; il collabore. De ce concours de deux forces et de deux volontés tantôt concordantes, tantôt en passager désaccord, va résulter un ensemble de symptômes caractéristiques. Les forces s'additionnent dans les traits descendants, surtout dans les jambages des *m* et des *n*, qui sont à la fois très appuyés et trop longs; elles interfèrent dans les lettres courbes comme les *r* et les *s*, les boucles sont toujours trop grandes parce que les deux scripteurs ont peur de les pocher; l'attaque des mots et celle

Un usurier savoyard prête à un paysan une somme de 100 francs; celui-ci lui fait un billet pour cette somme, puis s'acquitte de sa dette. Quelque temps après, il meurt; l'usurier présente aux héritiers un nouveau billet reconnaissant une dette de 500 francs. Personne n'avait entendu parler de cette dette dans l'entourage du *de cujus*, et aucune trace n'en existait dans ses comptes; on argue le billet de faux. L'écriture et la signature ressemblent absolument à celles du défunt; cependant, sur certaines let-

1. Cf. *Manuel de technique policière*, jam. cit.

tres, le microscope fait voir de légères retouches. J'appris que le premier billet de 100 francs, bien qu'acquitté, était resté entre les mains de l'usurier : la comparaison microscopique entre les deux pièces montra avec la plus entière évidence que l'usurier, après avoir imité de son mieux (et remarquablement bien) le texte qui lui servait de modèle, avait, par excès de soins, retouché une à une les lettres qui ne lui paraissaient pas constituer une reproduction assez servile de l'authentique (on en trouvera des exemples dans

Fig. 8. — *Microphotographie d'un faux par imitation : Boucle de G reprise deux fois.*

la fig. 7) ; il avait été jusqu'à ajouter des taches là où l'original en avait. Le faussaire fut condamné par les assises de la Haute-Savoie, en juillet 1912, sur la preuve apportée par l'expertise.

J'ai vu de même un notaire reproduire fort bien l'écriture de son frère décédé et fabriquer un remarquable faux testament. Malheureusement, quelques retouches avaient été faites avec une encre de même couleur, mais de composition chimique différente et par conséquent d'actinisme différent. La microphotographie rendit ces retouches assez sensibles pour convaincre le jury. Les figures 8 et 9 en donnent d'assez beaux exemples.

Mais, d'autres fois, l'écriture du faussaire est suffisamment courante pour qu'on n'y découvre presque aucune retouche. Peut-on cependant arriver à démontrer, avec une pleine certitude, que telle écriture imitée provient non pas de la même main que les modèles, mais de la main du suspect ? En d'autres termes, l'identification scripturale est-elle possible ?

En théorie, il n'y a pas de doute. L'écriture est un geste résultant à la fois de volitions et de réflexes, ceux-ci conditionnés par des constantes anatomiques, physiologiques et psychologiques (dues à l'hérédité et à l'éducation). En pratique, nous voyons que chaque écriture comporte une série d'idiotismes dont le scripteur ne peut se départir entièrement lorsqu'il tente une forgerie. De telle sorte que, dans une écriture déguisée, on constate la persistance involontaire et inévitable d'un grand nombre de constantes permettant l'identification du scripteur ; tandis que l'impossibité d'introduire dans le geste graphique les constantes propres à l'auteur imité permettra toujours de déceler le faux par imitation.

Fig. 9. — *Microphotographie d'un faux par imitation.* — Une lettre a été retouchée. L'encre de la retouche est de même couleur à l'œil nu, mais de composition chimique différente. L'actinisme différent donne des nuances opposées à la photographie.

Mais quelles sont les constantes qui persisteront malgré la forgerie ? Il est absurde de penser qu'elles puissent consister en des formes de lettres. Ce que le déguiseur modifie, c'est le tracé de ses courbes et de ses jambages ; ce que l'imitateur songe à reproduire, c'est le dessin des minuscules et bien plus encore des grandes lettres. Là est l'erreur puérile et persistante des experts d'occasion qui affirment l'identité d'origine dès qu'ils voient des majuscules semblables, sans s'inquiéter de savoir si, dans la pièce incriminée, le microscope ou la lanterne à projection ne décèleront point les innombrables reprises et les multiples retouches du décalque ou l'imitation servile. Car rien n'est plus inquié-

tant qu'une ressemblance trop complète. Ce n'est pas du côté formel qu'il faut chercher les preuves de l'identité, c'est du côté quantitatif.

Mais notons que l'altération des valeurs absolues ou leur imitation est relativement facile. On peut renverser l'axe de ses lettres, en modifier la hauteur, grandir ou diminuer les espacements. Mais ce qu'on ne songe guère à changer, ce sont les proportions, c'est-à-dire les valeurs relatives. Quel forgeur aura la prudence de modifier le resserrement progressif de ses lettres dans les mots longs, pour adopter la loi de croissance de ce resserrement dans l'écriture imitée? Bien plus, l'expérience nous prouve qu'avec la volonté arrêtée de reproduire les valeurs proportionnelles d'autrui, on ne parvient qu'à des approximations qui restent discernables.

C'est sur des expériences de cet ordre, faites au Laboratoire de police de Lyon, que j'ai tenté d'établir une technique de l'identification scripturale. J'ai constaté que, dans les imitations expérimentales les plus parfaitement réussies au point de vue formel, les rapports de dimension n'étaient jamais ceux qui constituaient les idiotismes du modèle imité, mais qu'ils restaient semblables dans une large mesure à ceux de l'écriture courante du forgeur. En appliquant ces principes à des faits réels pris dans la pratique du laboratoire, j'ai pu établir la preuve de la forgerie dans de nombreux cas où les comparaisons formelles eussent conduit à des conclusions diamétralement opposées. Et je ne tiens compte, dans une statistique de cet ordre, que des cas où des preuves extrinsèques et, en particulier, des aveux sont venus confirmer les conclusions de l'analyse.

Je ne puis donner ici l'exposé complet de la technique graphométrique. Je choisirai seulement un exemple, celui des rapports des hauteurs minusculaires.

Si on mesure dans une écriture donnée la hauteur de chacun des grammas (c'est-à-dire de chaque lettre ou jambage de lettre), on constate que la hauteur moyenne reste constante pour un gramma donné, par rapport aux hauteurs moyennes des autres grammas. Il en résulte que, si le scripteur modifie la grandeur générale de son écriture, soit parce qu'il dispose de peu de place, soit dans un but de déguisement, ses grammas conserveront entre eux les mêmes proportions. Si, par exemple, il a l'habitude de faire des *i* très petits ou des *s* très grands, ce caractère persistera malgré le changement d'aspect général du graphisme et, si l'on dispose les grammas dans un ordre croissant de hauteur, cet ordre ne sera pas modifié. Il est aisé de construire ainsi une courbe ayant pour abscisses les grammas dans leur ordre de grandeur croissante, et pour ordonnées les hauteurs.

Si maintenant nous avons à étudier deux écritures, l'une authentique donnée comme pièce de comparaison et l'autre arguée de faux, nous n'aurons qu'à juxtaposer leurs deux courbes obtenues par la méthode qui vient d'être dite. Si les deux textes proviennent de la même main, les deux courbes se superposent (si la moyenne générale des hauteurs est la même), ou du moins suivent une marche parallèle. Dans le cas contraire, elles divergent.

De même, on peut utiliser les rapports des valeurs angulaires, c'est-à-dire des obliquités. Lorsqu'on mesure, à l'aide d'un rapporteur transparent, les angles formés, pour chaque type de grammas par les axes littéraux avec la ligne de base, on constate que ces valeurs angulaires, sensiblement égales pour un même gramma, varient notablement d'un gramma à un autre; et que si le scripteur étudié modifie, par suite d'un changement de vitesse ou dans une intention de déguisement, l'inclinaison moyenne de son écriture, les proportions entre les valeurs angulaires de divers grammas restent les mêmes. Par contre, dans les meilleures imitations, le forgeur arrivera peut-être (et encore est-ce fort rare) à reproduire à peu près exactement l'obliquité moyenne du graphisme imité ; jamais il ne pourra conserver les proportions des diverses valeurs angulaires. Bien mieux, il y substituera celles de son propre graphisme.

On peut considérer de même le gladiolage, c'est-à-dire la loi de décroissance des lettres du commencement à la fin des mots, les écartements progressifs des lettres dans le mot, la position et la fréquence des coupures, etc.

Une des opérations dont le résultat est le plus saisissant est la détermination de l'indice de parallélisme grammatique. On vient de voir que la valeur angulaire, hors le cas d'écritures particulièrement scolaires et appliquées, subit des variations sensibles dans un même mot. Il en résulte que les axes littéraux des différents grammas sont loin d'être rigoureusement parallèles. Leurs prolongements strictement parallèles, dans une écriture strictement calligraphique, se coupent dans l'immense majorité des cas. Mais la hauteur des intersections est à la fois très variable, très caractéristique et très peu imitable par le faussaire ignorant d'un signe qu'un artifice technique insoupçonné peut seul révéler. Si donc on dessine sur la photographie d'un mot l'axe de chaque lettre jusqu'à son intersection avec celui de la lettre précédente, on obtient une

figure d'un aspect étonnamment varié suivant le graphisme. On notera que la hauteur d'intersection des axes est fonction de deux facteurs :

Fig. 10. — *Parallélisme grammatique.* — Ecriture d'une lettre missive à indice de parallélisme faible.

le non-parallélisme des axes littéraux et l'espacement des grammas. On réduit le parallélisme

Fig. 11. — *Parallélisme grammatique.* — Un post-scriptum constituant un faux par adjonction a été tracé au bas d'une lettre authentique. L'indice de parallélisme est beaucoup plus élevé.

grammatique à un indice en calculant sur un grand nombre de mots la distance moyenne des intersections à la ligne de base.

Les figures 10 et 11 montrent le diagnostic de faux par imitation établi, grâce au parallélisme grammatique, dans une affaire où la forgerie consistait dans l'adjonction à une lettre authentique d'un post-scriptum très bien imité contenant une disposition testamentaire.

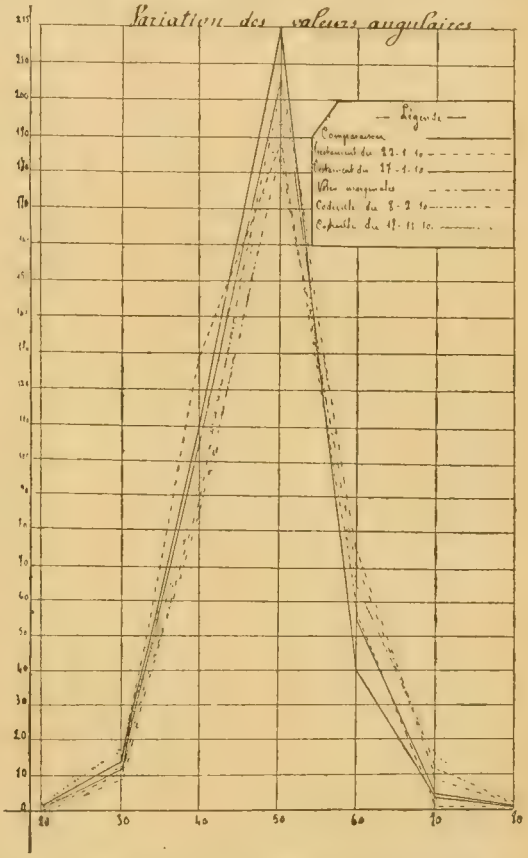


Fig. 12. — *Analyse graphométrique (variation des valeurs angulaires) d'une série de codicilles et de testaments argués de faux.* — Toutes les courbes se superposent à celle des pièces de comparaison. Toutes les incriminées sont de la même main, toutes sont authentiques.

Voici quelques exemples de résultats obtenus [1].

Un individu est accusé d'avoir fabriqué plusieurs codicilles ou testaments. On pratique l'analyse graphométrique sur les divers textes incriminés et sur des lettres authentiques provenant du *de cujus*. Les courbes se superposent avec une admirable régularité (v. fig. 12 et 13). Les textes sont donc tous de la même main.

On recherche l'auteur d'un faux chèque : l'analyse graphométrique est faite sur le texte incriminé et sur les écritures de deux suspects. Comme on peut le voir à la fig. 14, l'une des

1. Cf. *Policiers de romans et policiers de laboratoire*, jam. cit.

écritures donne une courbe qui se superpose absolument à celle du faux, alors que l'autre s'en éloigne extrêmement. Le faussaire est identifié.

Deux inculpés se rejettent l'un sur l'autre la rédaction d'un acte qui constitue une escroquerie. On applique l'analyse graphométrique. Comme le montre la fig. 15 pour l'une des opérations, un des inculpés fournit une courbe qui se superpose à celle du document, alors que l'autre en diffère très sensiblement. Le faussaire est identifié.

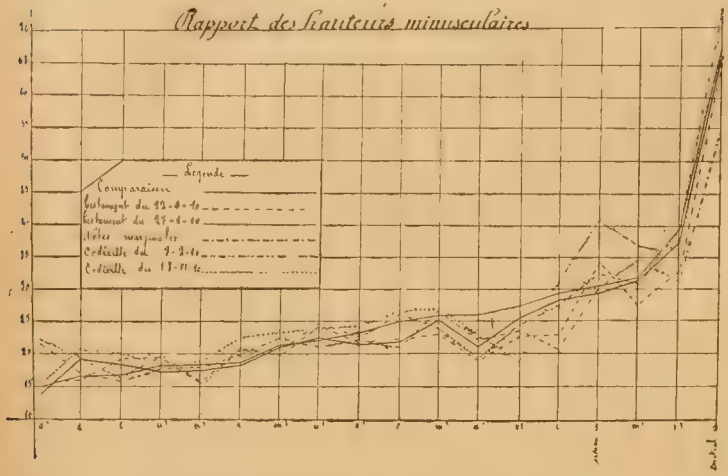


Fig. 13. — *Analyse graphométrique (rapport des hauteurs minusculaires) d'une série de codicilles et de testaments argués de faux.* Résultats confirmant ceux de la fig. 12.

Il y a d'ailleurs bien souvent intérêt à compléter les résultats de l'analyse graphométrique par la recherche comparée des idiotismes, c'est-à-dire des particularités du graphisme, que le scripteur conserve dans la rédaction du faux, ou qu'il néglige d'emprunter au modèle.

Enfin l'analyse de l'encre et du papier apporte un contingent de preuves parfois décisif. Bayle, de Paris, vient par l'analyse spectrale de faire accomplir à cette partie des recherches un immense progrès.

Un cas particulièrement redoutable est celui où le faux consiste seulement en une signature. En de pareils cas, l'analyse graphométrique ne saurait s'appliquer, puisqu'elle repose sur le calcul des probabilités et la loi des grands nombres et qu'elle implique donc des séries nombreuses d'éléments mesurés. Mais voici une application de la graphométrie au cas particulier. C'est ce que j'ai appelé la méthode des *variations exorbitantes*.

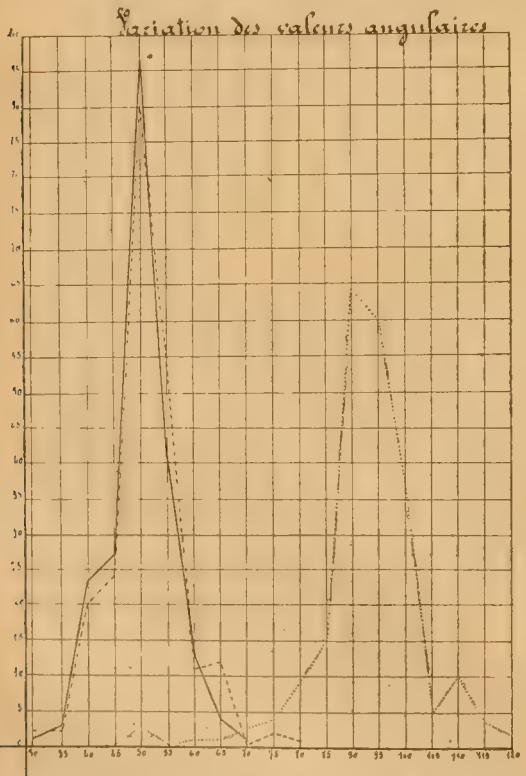


Fig. 14. — *Analyse graphométrique (variation des valeurs angulaires) appliquée à la découverte de l'auteur d'un chèque.* — Le trait plein est donné par le chèque. L'écriture de l'un des inculpés donne une courbe qui se superpose à celle du chèque, alors que l'autre s'en éloigne extrêmement.

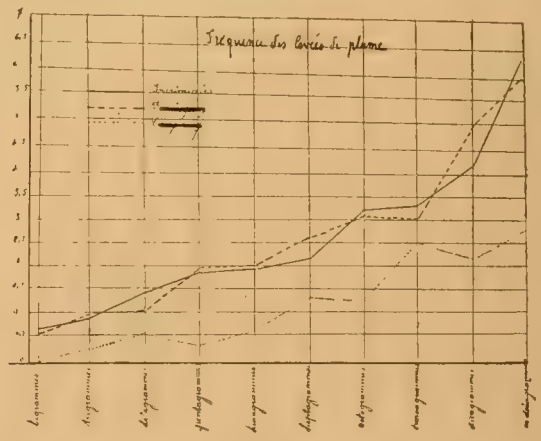


Fig. 15. — *Analyse graphométrique (fréquence des levées de plume).* — Deux inculpés se rejettent la paternité d'un écrit; la courbe fournie par le document en question se superpose avec la courbe fournie par l'écriture de l'inculpé D. Celle donnée par l'écriture de C diverge.

Soient une signature incriminée et une série d'authentiques données comme pièces de comparaison; on mesure sur les incriminées et les authentiques une série d'éléments comparables (hauteurs minusculaires, espacements, valeurs angulaires, etc.). On construit pour chaque sorte d'éléments des courbes. Si l'on constate que la

courbe représentant l'incriminée est toujours en dehors de la limite des variations du groupe des authentiques, l'incriminée est un faux. Ainsi dans la fig. 16, où les traits pointillés correspondent à la série des authentiques, on voit que le trait plein correspondant à l'incriminée est constamment en dehors du groupe. Il s'agissait en effet d'un faux.

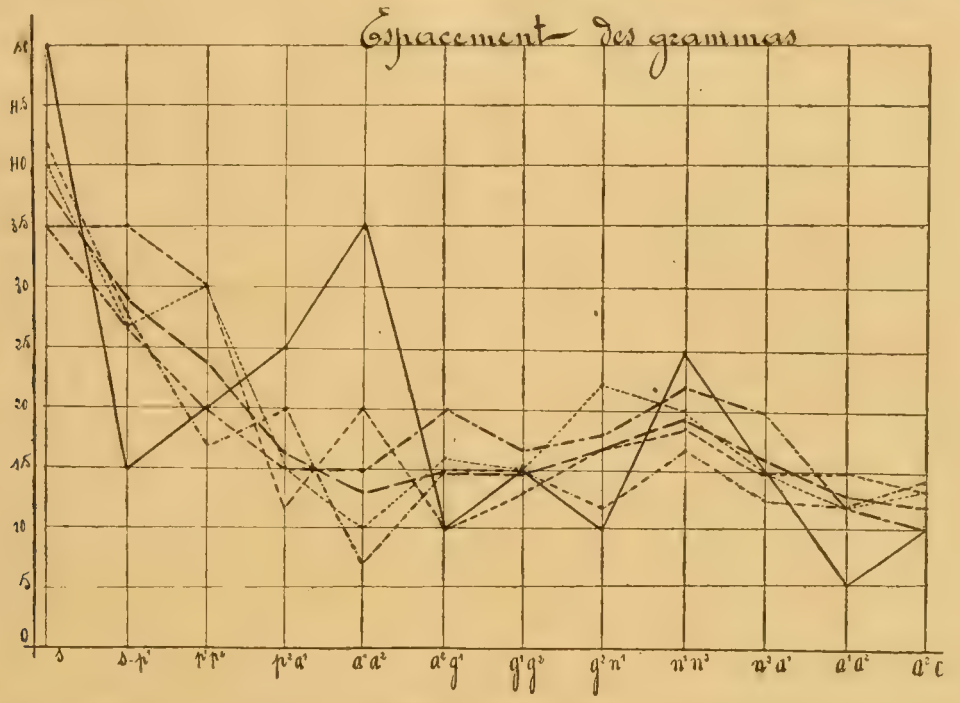


Fig. 16. — *Méthode des variations exorbitantes (application de l'analyse graphométrique aux signatures).* La courbe obtenue avec la signature incriminée (ligne pleine) est constamment en dehors du groupe des courbes obtenues avec les signatures authentiques. L'incriminée est donc un faux.

V. — Le déguisement

Reconnaître une écriture déguisée est pratiquement le même problème que déceler une imitation. Là encore il s'agit de résoudre la question de l'identité scripturale. Là encore, l'analyse graphométrique donnera bien souvent la solution du problème. Parfois aussi le document portera une empreinte digitale latente qu'il sera possible de révéler et qui fera découvrir en toute certitude le coupable.

Un emploi fort usuel de la vérification des écritures est la détermination de l'origine des lettres anonymes.

La lettre anonyme constitue une part importante du courrier des parquets et des services de sûreté. Il est fort important de savoir qui apporte ainsi à l'exercice de la justice répressive une collaboration souvent utile, mais bien habituellement fallacieuse. D'autre part, la lettre anonyme constitue entre particuliers un moyen de vengeance où les femmes excellent, et dans tous les mondes, sans pouvoir cependant prétendre au monopole. Je citerai à ce propos une anecdote assez caractéristique.

Une femme qui appartient à la meilleure société vint un jour me consulter au Laboratoire de police. Elle me confia qu'elle était, depuis plusieurs semaines, harcelée par un persécuteur qui, presque chaque soir, glissait sous sa porte des feuilles ouvertes, sur quoi s'étalaient les plus abominables imputations. Ses domestiques et, ce qui la désespérait, sa fille même, avaient ainsi pris connaissance d'allégations ignobles et d'ailleurs dénuées de toute vraisemblance. L'écriture ne semblait point féminine ; elle était faiblement déguisée, mais la victime n'avait pas le moindre soupçon qui pût aiguiller les recherches. Je dus, en ces conditions, lui avouer mon impuissance et que, étant expert et non point sorcier, j'étais bien incapable de mettre un nom au bas de ces ordures. Devant son désespoir, je lui conseillai de m'apporter toute la correspondance qu'elle avait pu conserver des deux ou trois mois précédents. Elle revint en effet le lendemain avec une liasse volumineuse. Je n'eus pas besoin de feuilleter longtemps pour découvrir une écriture extrêmement analogue à celle des malpropretés anonymes. Ma cliente bondit et m'affirma que j'étais dans l'erreur la plus profonde et que l'auteur du document auquel je m'étais arrêté était son propriétaire, person-

nage considérable, d'une austérité de mœurs bien connue. Elle le nomma. J'avoue que je fus surpris. Mais plus j'examinais la pièce, plus j'y retrouvais des signes non douteux d'identité avec les placards dont l'écriture était, je l'ai dit, fort peu contrefaite. J'eus le lendemain avec le notable personnage une conversation des plus vives qui se termina par des aveux d'un cynisme candide. Il reconnut avoir écrit les papiers anonymes : « Que voulez-vous, voilà une femme qui, sous prétexte qu'elle est veuve de guerre, jouit d'un appartement magnifique dont on m'offre un loyer plus que triple. Ne sachant comment la faire déguerpir, j'ai imaginé de lui faire prendre la maison en grippe, par ce moyen qui, après tout, ne constitue pas un crime. » J'eus un peu de peine à lui faire comprendre que si ce n'était pas un crime c'était du moins un délit, puisqu'il y avait outrage à la pudeur et menace, et qu'en outre si l'anecdote était connue il aurait quelque difficulté à faire figure de galant homme. Il ne faut pas croire d'ailleurs que ce genre d'opération soit resté à l'état de cas unique. J'en pourrais, pour ma part, citer trois exemples, dont le dernier vise une personnalité parisienne très en vue. Dans les trois cas, le propriétaire était très loin d'appartenir au prolétariat de cette caste, car si les deux premiers possèdent de confortables immeubles lyonnais, le troisième a, entre autres biens, une des plus superbes maisons du quartier de l'Etoile.

Il s'en faut que la lettre anonyme ait toujours un but aussi raisonnable. Je ne parle pas des vengeances d'amour et autres sottises du même ordre ; mais il y a des individus pour qui la rédaction et l'envoi de lettres anonymes est un véritable besoin. Pour de tels malades, car il s'agit là de dégénérés ou d'hystériques, la lettre obscène ou injurieuse est une occupation au moins quotidienne. Il arrive même que cette obsession devienne épidémique ; plusieurs membres de la même famille collaborent et l'on est stupéfait de voir les inimaginables grossièretés qu'une mère et un fils, par exemple, peuvent écrire en commun. Ces familles offriront d'autre part les allures les plus réservées et seront l'objet de la considération, du respect, voire même de l'édification du voisinage.

Le plus bel exemple en est cette romanesque affaire Thévenet[1], dont le héros, licencié ès lettres et docteur en droit, inscrit au barreau de Lyon, se targuait tout ensemble de l'ancienneté de sa famille et de ses brillantes relations, académiques et cardinalices.

1. Cf. *Policiers de romans et policiers de laboratoire*, jam. cit.

Un chef de service de la Préfecture du Rhône, que j'appellerai M. Berthin, rentrant de voyage en février 1920, apprit qu'on avait collé contre la porte de son appartement plusieurs placards d'une obscénité inimaginable, où les mœurs de sa femme et de sa fille étaient dépeintes comme ignobles et cela dans les termes les plus crus. On avait en outre collé, à côté de la plaque portant son nom, quatre lettres découpées dans du papier blanc et figurant un mot qui, depuis l'abus qu'en a fait Molière, ne s'emploie que fort peu dans le langage des gens distingués.

Quinze jours après, le 8 mars, un nouveau placard était apposé dans les mêmes conditions. Puis commençait la série des lettres anonymes, remarquables par leur incongruité. M. Berthin s'en fut trouver le Procureur de la République, qui l'envoya au Laboratoire de police.

Le problème se posait dans ces termes : identifier une écriture en bâtons sans aucune pièce de comparaison du même type. Je ne dis pas qu'il soit insoluble, mais je le tiens pour redoutable. Heureusement, diverses considérations connexes purent servir à nous guider.

Les lettres découpées formant le dissyllabe qui caractérise les époux infortunés avaient été taillées dans du papier blanc. Mais le verso de l'une d'elles présentait un caractère d'imprimerie. Il fut aisé d'établir que le papier était un imprimé à en-tête de l'administration dont M. Berthin était le chef. Il fallait donc rechercher parmi ses employés. D'autre part, un billet anonyme non adressé à la principale victime, mais qui avait rapport à l'affaire, était dactylographié. Rien n'est plus simple que d'identifier la machine. (C'est une question sur laquelle je reviendrai tout à l'heure.) La machine était dans un des bureaux de M. Berthin, où peu de personnes avaient accès, et parmi elles Thévenet père et fils. Je demandai enfin à M. Berthin à quelle hauteur précise avaient été collés les placards : il me désigna le point exact, fixant ainsi la taille du coupable, car l'expérience démontre qu'on colle toujours, à moins d'obstacle, à la hauteur de ses yeux; de même lorsqu'on trace des inscriptions sur la muraille, des graffiti, c'est toujours sur le plan de l'axe oculaire. La taille obtenue en l'espèce correspondait à celle de Jean Thévenet.

Si l'on joint à ces arguments techniques, les soupçons inspirés par les circonstances, on voit que, dès le début de l'affaire, le champ des hypothèses était singulièrement restreint. Mais les incidents pittoresques allaient commencer.

La plainte avait été déposée contre X. Le juge d'instruction chargé de l'affaire entendit les

Thévenet comme témoins. Leur attitude fut arrogante, le père magnifique d'indignation, le fils excipant de sa qualité d'avocat licencié ès lettres, d'auteur d'un livre remarqué, d'ami (?) de Maurice Barrès et du cardinal Mercier, pour repousser du pied des insinuations odieuses. Un moyen s'offrait de prouver aussitôt son innocence. J'avais conseillé à M. Berthin de m'apporter sans les ouvrir quelques-unes des lettres anonymes qui continuaient à pleuvoir sur lui, sur ses collègues, sur le Conseil général et un peu partout. Sur l'une d'elles j'avais trouvé un petit fragment d'empreinte digitale. « Donnez vos empreintes, disait le juge d'instruction à Jean Thévenet, et si elles ne correspondent pas l'incident est clos en ce qui vous concerne. » Jean résista, donnant de médiocres prétextes : il ne voulait pas que sa fiche fût mêlée à celles des apaches ; il craignait que l'empreinte trouvée sur la lettre ne fût la sienne, parce qu'on l'y aurait mise par on ne sait quelle fraude criminelle. Plus tard, un bâtonnier fougueux devait lui interdire de donner ses empreintes tant qu'il ne serait pas inculpé, ceci au nom de l'honneur et de l'Ordre. Rien de plus légitime d'ailleurs.

Cependant, parmi le flot toujours montant des anonymes, commençaient à arriver au juge d'instruction, au président du tribunal, au procureur de la République, des lettres d'une écriture cursive non déguisée, qu'on a appelées les documents gris, à cause de la couleur du papier. C'étaient des lettres très correctes de ton, sans ombre d'obscénité, qui ne menaçaient ni n'injuriaient personne (sauf parfois un peu le juge d'instruction, mais avec tant de modération et de dignité !). Leur but était d'aider la justice en montrant qu'on s'égarait, que les Thévenet étaient l'innocence même et que l'auteur des placards et des lettres obscènes était un sieur Vautour, sous-ordre de Berthin et qui voulait le pousser à démissionner pour hériter de sa place.

Cependant une filature avait été organisée par la police de sûreté. Et Thévenet père était pris au moment où il mettait dans une boîte une lettre grise, qui ne contenait d'ailleurs que du papier sans un mot d'écriture. Mais l'adresse était bien de la même main que tous les documents analogues. Que les Thévenet fussent en relation avec l'auteur des anonymes était désormais hors de doute. Le juge ordonna une perquisition.

Les résultats en furent curieux : on découvrit une collection de papiers à en-tête de toutes sortes : Conseil général, Conseil municipal, cabinet du président du Conseil général (sans compter plusieurs cartes du maire de Lyon en pile, avec le papier pelure qui les séparait). Or, un certain nombre des anonymes étaient écrites sur du papier à en-tête identique. On trouva aussi du papier écolier dont les détails cadraient avec ceux des feuilles qui avaient servi pour les placards injurieux. Le lendemain, les Thévenet étaient inculpés.

L'identification du papier est une opération très minutieuse qui peut conduire à des résultats extrêmement précis. Il ne suffit évidemment pas de considérer le format et la nuance.

On doit mesurer, à l'aide d'instruments, tels que la réglette à vernier et le sphéromètre, l'épaisseur et le réglage, étudier au microscope la fibre du papier, analyser par des réactifs la pâte, par d'autres réactifs la charge d'argile, de kaolin, de silicate de magnésie, de sulfate de chaux. Avec une comparaison aussi poussée, l'identification ne prête guère au doute [1].

J'ai dit que les Thévenet, après la perquisition, avaient été inculpés. Il leur fallut d'abord expliquer comment Thévenet père avait mis dans la boîte une lettre grise dont il prétendait ignorer l'auteur, et ensuite comment ils avaient en leur possession des papiers à en-tête d'origine administrative, qu'ils n'eussent point dû receler et qui, par surcroît, étaient identiques à ceux des anonymes. Ils n'hésitèrent pas : la réponse était prête. Un ami inconnu, l'auteur des documents gris, veillait sur eux. Il les avait avertis par des lettres grises, dûment versées au dossier, de machinations tramées contre eux : il les avait prévenus notamment que la police les espionnait et leur avait conseillé (toujours par correspondance) de mettre à la boîte une lettre contenant seulement du papier : ils verraient que cette lettre serait saisie. C'est en effet ce qui était arrivé. D'autre part, les feuilles à en-tête et les cartes de visite du maire avaient été mises dans leur boîte par un ennemi politique qui voulait les perdre, et de cela aussi l'ami inconnu les avait avertis par une lettre qu'ils brandissaient avec assurance. Ces explications funambulesques eurent auprès du juge le succès que l'on peut croire. Les Thévenet régulièrement inculpés n'avaient plus aucun prétexte pour refuser leurs empreintes et des corps d'écriture faits sous la dictée. C'est à quoi ils se résignèrent.

Une première charge fut établie aussitôt. Dans la colle de l'une des affiches on avait trouvé une empreinte digitale fragmentaire, mais assez nette, qu'une tentative maladroite de coloration au noir de fumée gâta. Si nous avions eu à ce moment-là le sulfure d'antimoine, la trace eût été fort belle. Mais telle quelle, elle donnait encore onze points

1. Cf. *Manuel de technique policière*, jam. cit.

de repères, c'est-à-dire une identification établie avec une chance d'erreur contre 4.194.304 chances d'exactitude. Cette empreinte était celle du médius droit de Jean Thévenet, qui tenta de parer le coup en affirmant que cette empreinte était ancienne et que le placard avait été fait avec une feuille de cahier prise chez lui par Isabelle Berthin. Explication plausible si la trace eût été sur le papier, mais qui ne répondait à rien puisque l'empreinte était dans l'épaisseur de la colle.

Une seconde charge non moins grave résultait de la comparaison des écritures. Jean Thévenet, accompagné de son défenseur, était venu au Laboratoire écrire une page en majuscules typographiques. Il affirma employer ce mode scriptural pour la première fois de sa vie. Dès la première ligne, il traça les caractères de bas en haut, commençant chaque lettre par le pied, geste qui peut être normal pour les A ou les M, mais qui ne l'est pas pour les E ou les I par exemple. Je le lui fis observer, et très complaisamment il attaqua ses lettres d'une façon ordinaire. Cependant nous causions du procès avec son défenseur : l'inculpé prit part à une conversation qui l'intéressait plus que personne, tout en continuant à écrire. Et j'observais que son écriture, très différente de celle des anonymes au début, devint, pendant cette distraction, tout à fait identique. J'arrêtai l'expérience.

Il ne faut pas croire qu'il soit plus difficile d'identifier une écriture en bâtons qu'une cursive. Bien au contraire. Ici le texte tracé par Jean Thévenet offrait une série très riche d'idiotismes qui permettaient de conclure en toute certitude. En outre, l'analyse graphométrique, parfaitement applicable en des cas de ce genre, montrait que les valeurs proportionnelles étaient les mêmes dans les anonymes et dans la dictée.

Le 29 juin 1921, le Tribunal correctionnel de Lyon condamna Jean Thévenet à deux mois d'emprisonnement et à 500 francs d'amende, peine confirmée une première fois par défaut, et une seconde fois sur opposition par la Cour d'appel.

VI. — La machine a écrire

Certains auteurs de lettres anonymes considèrent comme le comble de l'art l'envoi de textes frappés à la machine à écrire. Outre qu'ils sont quelquefois découverts grâce à leurs empreintes, il est toujours très aisé d'identifier au moins la machine, si l'on a des soupçons. En effet chaque appareil, même neuf, a fortiori usagé, a une série de caractéristiques, lettre plus encrée en haut qu'en bas ou à droite qu'à gauche, brisures imperceptibles, déformation microscopique qui apparaissent avec une extrême netteté sur les forts agrandissements. Les figures 17 et 18 montrent des fragments de deux textes, l'un anonyme et diffamatoire, l'autre fourni comme pièce de comparaison, émanant de la même machine. D'autre

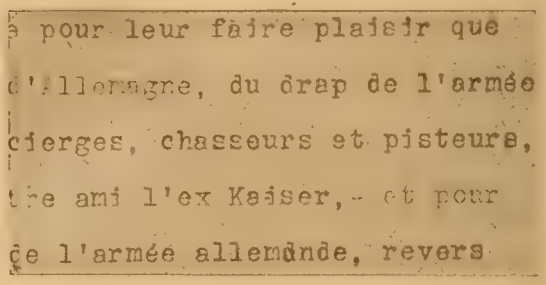


Fig. 17. — *Fragment d'une lettre à la machine.* — On remarque la brisure du *c*, l'empâtement de la queue du *r*, la différence d'empâtement en haut et en bas de *i*, à droite et à gauche de *d*, l'irrégularité de hauteur de frappe des diverses lettres.

part une méthode nouvelle, étudiée au Laboratoire de police de Lyon, permet d'identifier en toute certitude les machines même neuves.

Le moyen véritablement mathématique d'identifier l'origine d'un texte dactylographié repose

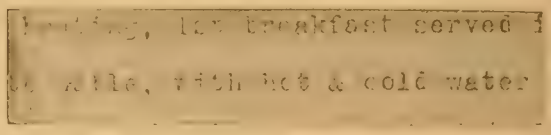


Fig. 18. — *Fragment d'un texte frappé à l'aide de la machine qui a servi à écrire l'anonyme de la fig.* 17. — On retrouve les mêmes défauts.

sur la considération de la longueur des marteaux. En effet, les bras qui portent à leur extrémité supérieure des caractères typographiques ont des longueurs calculées de manière à ce que le point d'impaction soit toujours identique. Mais, quel que soit le fini de la fabrication, et le soin apporté à la mesure des leviers, la frappe de chacun d'entre eux se fera en un point différent de la frappe de chacun des autres, d'une quantité aussi petite d'ailleurs que l'on voudra, mais qui, pratiquement, ne saurait être inexistante. On peut donc, pour une machine donnée, sérier les divers signes typographiques dans un ordre quelconque, et par exemple de celui qui a l'impaction la plus basse à celui qui a l'impaction la plus haute. Et il est possible de représenter cette série par une courbe ayant pour abscisses l'ordre des caractères et pour ordonnées les distances entre les pieds des lettres et une horizontale commune passant par le pied de la plus basse.

D'autre part, le calcul des probabilités nous montre qu'il est pratiquement improbable de ren-

contrer deux machines, fussent-elles de même fabrication, qui fournissent les éléments de deux courbes ainsi construites superposables. Cette vue de l'esprit est strictement confirmée par l'observation; elle l'a été aussi par recherches expérimentales pratiquées au Laboratoire de police de Lyon.

La méthode employée sera la suivante : l'examen direct ne saurait donner que des probabilités, car les différences sont de l'ordre du dixième de millimètre. On fait donc des agrandissements photographiques de 4 diamètres au moins. On choisit par tâtonnement dans le texte étudié le caractère dont le point d'impaction est le plus bas. A l'aide d'une équerre, on mène une perpendiculaire à la marge gauche tangente au pied de ce caractère, et l'on mesure les distances qui séparent cette droite du pied de chaque espèce de caractère. On constate que cette distance est constante pour une lettre donnée, et variable, bien que parfois de fort peu, pour chaque sorte de lettre. On traduit les résultats obtenus par une courbe, comme il a été dit plus haut. On opère de même pour le texte conféré.

***

Les problèmes que soulève la recherche du faussaire sont, on le voit, multiples et d'une redoutable difficulté. On ne saurait prétendre que tous soient aujourd'hui pleinement résolus. Mais les résultats obtenus doivent encourager à chercher encore et à avancer dans la voie des méthodes scientifiques, seules capables de substituer à une preuve morale sans portée, des preuves physiques dont il est du moins possible de calculer les chances d'erreur.

Dr Edmond Locard,
Directeur du Laboratoire de police technique de Lyon.

RÉFRACTION ET DISPERSION MOLÉCULAIRES [1]

Depuis déjà un certain nombre d'années, les chimistes ont cherché à établir des relations entre les propriétés physiques des molécules, en particulier des molécules organiques, et la constitution de ces dernières. Ils ont ainsi étudié : la réfraction et la dispersion moléculaires, le pouvoir rotatoire et la dispersion rotatoire, le pouvoir rotatoire magnétique, le diamagnétisme, les spectres d'absorption, la fluorescence, les chaleurs de combustion, les volumes moléculaires et atomiques, les tensions superficielles, etc.

Dans un certain nombre de cas, il en est résulté la découverte de relations qui ont fourni aux chimistes organiciens de nouveaux moyens de travail, et, à côté des méthodes purement chimiques, leur ont donné des méthodes physiques de détermination de la constitution.

Parmi ces nombreux travaux, ceux qui ont eu le plus grand développement concernent la réfraction et la dispersion moléculaires. Nous allons les examiner dans cette conférence.

***

En 1666 Isaac Newton décomposait la lumière solaire et expliquait la dispersion [2]. Il croyait bientôt saisir une relation entre la manière d'être des différents corps et leur aptitude à propager la lumière. Ayant observé que l'ambre, les huiles, le soufre, etc., corps combustibles, possèdent un fort pouvoir dispersif, il pensa qu'il existait une relation entre ces deux propriétés, et ayant remarqué que le diamant jouissait des mêmes propriétés optiques que les corps précédents, il en inféra que le diamant pouvait bien être combustible, conclusion qui était alors fort risquée.

I. — Réfraction moléculaire

§ 1. — Constantes réfractométriques

Partant de sa théorie de l'émission, Newton donnait par l'expression $n^2 - 1$, dans laquelle n représente l'indice de réfraction, une mesure du pouvoir réfringent; par l'expression $\frac{n^2 - 1}{d}$ qu'il appelait « pouvoir réfringent absolu », il ramenait ce pouvoir réfringent à une même densité. Telle est l'origine de ce que certains chimistes appellent aujourd'hui la « réfractométrie [1] ».

Plus d'un siècle plus tard, Laplace, dans son

1. Conférence faite le 14 juin 1922 au Laboratoire de M. le Professeur Haller à la Sorbonne.

2. Une étude historique très détaillée a été faite par Cheneveau, *Ann. de Ch. et de Ph.*, 8e s., t. XII, p. 145 (1907). La bibliographie est à la page 385.

1. Il ne faut pas oublier que d'autres chimistes utilisent le mot « spectrochimie », tandis que d'autres appellent « spectrochimie » l'analyse qualitative et même quantitative par observation des spectres de lignes ou de bandes. Voir en particulier G. Urbain et Yugi Shibata, qui parlent de spectrochimie des complexes cobaltiques pour une étude des relations entre la constitution de ces complexes et leur absorption [*C. R.*, t. CLVII, p. 593 (1913)].

Traité de Mécanique céleste[1], établit que l'expression newtonienne du pouvoir réfringent (la constante réfractométrique de Newton), pour une seule et même substance, devait être indépendante de la valeur de la densité conditionnée par la température et la pression, c'est-à-dire devait être indépendante des conditions extérieures, soit $\frac{n^2-1}{d}$ = constante.

Les recherches de Biot et Arago[2], puis celles de Dulong[3], sur le pouvoir réfringent des gaz et vapeurs, donnèrent de l'importance à l'expression jusque-là purement hypothétique du pouvoir réfringent. Ces premières mesures quantitatives semblèrent confirmer la formule de Newton et les idées de Laplace[4]. Cette expression de la constante réfractométrique devait bientôt perdre sa base théorique par le triomphe de la théorie des ondulations.

Les travaux entrepris à partir de 1858 par Gladstone avec la collaboration du Rev. T. Pelham Dale sur la dépendance du pouvoir réfringent et de la température chez les corps liquides, montrèrent que l'expression de Newton n'est pas constante, mais est fortement influencée par la température. L'expérience les conduisit, au contraire, à l'expression $\frac{n-1}{d}$ qui reste sensiblement constante[5]. Cette relation s'applique également aux gaz et aux vapeurs.

Pendant une vingtaine d'années, la constante de Gladstone-Dale rendit de très grands services, mais à mesure que le nombre d'observations augmentait, cette constante faisait voir des imperfections qui la firent finalement abandonner. En particulier, les valeurs de $\frac{n-1}{d}$ étaient toujours considérablement plus grandes, pour une seule et même substance, à l'état solide ou liquide qu'à l'état de gaz ou de vapeur.

C'est alors qu'en 1880 L. Lorenz, de Copenhague[6], et H. A. Lorentz, de Leyde[7], arrivèrent simultanément à une nouvelle expression de la réfraction. Le premier, partant de la théorie ordinaire de la lumière, et le second, de la théorie électromagnétique de Maxwell, arrivèrent à la formule :

$$\frac{n^2-1}{n^2+2} \cdot \frac{1}{d}.$$

L'expérience montra que cette expression théorique, pour tous les corps, était pratiquement inchangée, non seulement par des variations de température et de pression, mais encore par un changement d'état physique.

Cette formule, dite de Lorenz-Lorentz, est celle qui est encore en usage, bien que plusieurs autres aient été proposées[1].

1. Tome IV, p. 232.
2. *Mémoires de l'Institut*, t. VII, p. 301 (1806).
3. *Ann. Chim. Phys.*, t. XXXI, p. 154 (1826).
4. Ces recherches établirent également une relation entre le pouvoir réfringent d'un mélange de plusieurs gaz, les pouvoirs réfringents des constituants et la proportion de chacun des gaz dans le mélange.

Les travaux d'Arago et Petit [*Ann. Chim. Phys.*, [2], t. I, p. 1 (1816)] montrèrent que l'expression $\frac{n^x-1}{d}$ conduisait aux mêmes résultats pourvu que x ne soit pas trop élevé.

5. *Proc. Roy. Soc.*, t. II, p. 448 (1862-63). La relation $\frac{n-1}{d}$ = Cte est désignée en Allemagne sous le nom de loi de Beer-Landolt.
6. *Wied. Ann.*, t. XI, p. 70 (1880).
7. *Wied. Ann.*, t. IX, p. 641 (1880).

§ 2. — Réfraction spécifique et réfraction moléculaire

Ces constantes réfractométriques, qui sont appelées aujourd'hui « réfraction spécifique », ne donnent aucun renseignement sur des combinaisons de grandeurs moléculaires différentes.

Berthelot[2] fut le premier à essayer d'utiliser ces constantes réfractométriques à la comparaison de corps de poids moléculaires différents. Il dénomma « pouvoir réfringent spécifique » le produit du poids moléculaire par la réfraction spécifique, suivant la formule de Newton en honneur à cette époque (1856) :

$$P \cdot \frac{n^2-1}{d}.$$

Très peu de temps après parurent les travaux de Landolt[3] sur le même sujet ; il utilisa la même grandeur, mais substitua la formule de Gladstone-Dale à celle de Newton.

Par suite on appelle aujourd'hui « réfraction moléculaire » l'expression :

$$\frac{n^2-1}{n^2+2} \cdot \frac{P}{d}$$

suivant la réfraction spécifique de Lorenz-Lorentz[4].

Cette expression de la réfraction moléculaire

1. Voir par exemple Eisenlohr : Spektrochemie organischer Verbindungen, p. 20-21.
2. A. Berthelot : *Ann. Chim. Phys.*, [3], t. XLVIII, p. 342 (1856).
3. *Pogg. Ann.*, t. CXVII, p. 353 (1862) ; t. CXXII, p. 545 (1864) ; t. CXXIII, p. 595 (1864).
4. Sur l'examen mathématique de la signification électrique et thermodynamique de l'expression $\frac{n^2-1}{n^2+2} \cdot \frac{P}{d}$, voir Polya : *Physik. Zeitschrift*, t. XIV, p. 352 (1913). Sur la technique de la mesure de n et de d, voir Roth et Eisenlohr : Refraktometrisches Hilfsbuch (Leipzig, 1911).

reste-t-elle constante quel que soit l'état physique d'un corps déterminé ; est-elle indépendante de la température ?

En ce qui concerne le premier point, le tableau suivant, pris dans le « *Lehrbuch der Optik* » de Drude, montre que les nombres obtenus pour un même corps à l'état liquide et à l'état de vapeur sont très voisins [1] :

	vapeur	liquide	différence
eau	0,2068	0,2061	0,0007
sulfure de carbone	0,2898	0,2805	0,0093
chloroforme	0,1796	0,1790	0,0006

Quant à la variation avec la température, elle est extrêmement faible ; ceci s'observe par exemple avec le sulfure de méthyle et de phényle et le corps de formule $CH^3.COS.C^6H^4.CH^3$ pour la raie D ; il n'en est toutefois pas toujours ainsi ; la substance de formule $CH^3.COS.C^6H^5$, pour la raie D, donne en effet des nombres très différents pour de faibles changements de température [2].

	$CH^3.S.C^6H^5$	$CH^3.COS.C^6H^5$	$CH^3.COS.C^6H^4.CH^3$
14°,5			51,21
15 ,5	37,54	40,43	
22		42,33	
22 ,5			51,23
26 ,5	37,57		
38 ,0			51,29
43 ,5		44,52	
44	37,68		
52			51,44
52 ,5		44,74	

La variation de la valeur de la réfraction moléculaire avec la pression a été également étudiée. Gale [3] a trouvé que les formules du pouvoir réfringent étaient valables jusqu'à 20 atmosphères ; Magri [4], étudiant l'air jusqu'à la pression de 193 atmosphères, a conclu que seule l'expression $\frac{n^2-1}{n^2+2}\ \frac{1}{d}$ semblait se maintenir très sensiblement constante.

1. On trouvera un autre tableau dans F. Eisenlohr : Spektrochemie organischer Verbindungen (1912), p. 20. Ce tableau établit la comparaison avec les nombres donnés suivant la formule de Gladstone-Dale, nombres qui sont très différents à l'état liquide et à l'état de vapeur. Sur le pouvoir réfringent idéal des gaz, voir *Phil. Mag.*, [6], t. XXIX, p. 28-35.

2. F. Taboury : *Ann. Ch. Phys.*, [8], t. XV, p. 66 (1908). Dans l'ouvrage d'Eisenlohr déjà cité (p. 21), on trouvera la variation de la réfraction spécifique suivant les formules de Gladstone-Dale, Lorenz-Lorentz et Eykman pour l'hexane et la méthylhexylcétone.

D'une manière générale, la formule de Lorenz-Lorentz conduit à des valeurs qui croissent légèrement quand la température s'élève ; la formule de Gladstone-Dale donne au contraire des nombres qui diminuent légèrement dans les mêmes conditions. Seule la constante réfractométrique d'Eykman $\frac{n^2-1}{n+0,4}\ \frac{P}{d}$ est sensiblement indépendante de la température.

3. *Ph. Rev.*, t. XIV, p. 1 (1902).

4. *Nuovo Cim.*, t. VII, n° 5, p. 81 (1904).

II. — Dispersion moléculaire

L'indice de réfraction variant avec la longueur d'onde, l'expression de la réfraction spécifique varie avec cette dernière, et pour comparer des corps on est obligé, ou bien de ramener toujours à la même longeur d'onde, ou bien de donner le pouvoir dispersif des corps en comparaison.

§ 1. — Réfraction moléculaire électrique

Pour éliminer l'influence de la dispersion, certains auteurs ont introduit, dans l'expression de la réfraction spécifique, l'indice de réfraction pour une longueur d'onde infinie. Cet indice de réfraction ne pouvait évidemment pas être mesuré, mais on en établissait la valeur par des formules dont la plus employée fut celle de Cauchy :

$$n = A' + \frac{B}{\lambda^2} + \frac{C}{\lambda^4}$$

où A, B, C, représentent des constantes que l'on déterminait par le calcul en mesurant l'indice de réfraction pour trois longueurs d'onde connues. Pour $n = \infty$, il reste alors :

$$n\infty = A.$$

Mais, si l'indice de réfraction $n\infty$ ne peut être mesuré, son carré peut être obtenu par la mesure de la constante diélectrique, puisque $K = n^2$. L'expression de la réfraction spécifique devient alors $\frac{K-1}{K+2} \cdot \frac{1}{d}$. C'est ce que l'on appelle la réfraction moléculaire électrique [1].

§ 2. — Dispersion moléculaire

Ne pouvant éliminer la dispersion dans les expressions de la réfraction, l'idée vint d'utiliser le pouvoir dispersif à côté du pouvoir réfringent. Bien que la première tentative de ce genre, d'après Eisenlohr, soit due à Schrauf [2], ce n'est qu'avec Gladstone que cette grandeur prit un réel intérêt [3]. Comme mesure de la dispersion, Gladstone prit la différence des réfractions pour les raies H et A de Frauenhofer. D'après cet auteur, l'expression de la dispersion moléculaire était représentée par :

$$\frac{n_H - n_A}{d} \cdot P.$$

Brühl compléta l'œuvre de Gladstone et, utilisant la formule de Lorenz-Lorentz et les raies

1. Sur cette question, voir pour tous détails : Eisenlohr : Spektrochemie organischer Verbindungen, p. 203, et Kauffmann : Beziehungen zwischen physikalischen Eigenschaften und chemischer Konstitution, p. 367.

2. *Pogg. Ann.*, t. CXVI, p. 193 (1862).

3. *Phil. Trans.*, t. CLIII, p. 217 (1863).

$H\gamma$ et $H\alpha$, donna à la dispersion moléculaire l'expression

$$\frac{n_{H\gamma}^2 - 1}{n_{H\gamma}^2 + 2} \cdot \frac{P}{d} - \frac{n_{H\alpha}^2 - 1}{n^2 + 2} \cdot \frac{P}{d}$$

Ces deux expressions, en particulier celle de Brühl, restent constantes quand on fait varier la température ou quand on considère un corps sous deux états physiques différents [1].

D'après Brühl [2], la dispersion est une propriété encore plus sensible que la réfraction et qui dépend davantage de la constitution moléculaire que la réfraction elle-même.

III. — Propriétés additives de la réfraction moléculaire. Réfractions atomiques. Eléments perturbateurs. Valeurs normales

En 1856, à l'occasion d'une étude générale sur la variation des propriétés physiques dans les séries homologues, Berthelot [3] a étudié, sur des liquides homogènes, la variation de la valeur de ce qu'il appelait le « pouvoir réfringent » spécifique en passant d'un terme à l'autre dans ces séries homologues. Il trouva que le fait d'introduire des groupes CH^2 dans une molécule avait pour résultat d'augmenter la réfraction moléculaire de 18 unités. C'était la première démonstration des propriétés additives de la réfraction moléculaire.

Peu d'années après, Schrauf [4] entreprenait des travaux identiques et vérifiait l'additivité; il montrait que des corps isomères présentent la même valeur de la réfraction moléculaire.

Gladstone et Dale [5], presque au même moment, commençaient des recherches de cette nature; ils observèrent que si, dans la série aliphatique, la loi d'additivité se vérifie pour différents isomères, il n'en est plus de même dans la série aromatique. « Les exceptions étaient si nombreuses qu'elles semblèrent réellement submerger toute la loi d'additivité [6]. »

Enfin Landolt [7] apporta une importante contribution à l'établissement des règles d'additivité en étudiant les dérivés aliphatiques contenant seulement carbone, hydrogène et oxygène.

Les expériences de Gladstone et Dale portaient en germe toute une série de travaux nouveaux. Ainsi que Brühl l'explique lui-même dans une conférence faite à Londres le 26 mai 1905 devant la Royal Institution, l'attention de ce savant fut attirée par les anomalies rencontrées par Gladstone et Dale dans la série aromatique et en particulier par une note de Gladstone [1] dans laquelle ce dernier discutait les exceptions à la loi d'additivité. Il montrait d'abord que la réfraction moléculaire n'est jamais trop petite, mais toujours trop forte, et que des classes entières de composés présentent cette anomalie. Brühl fut étonné de voir que les anomalies étaient toujours des différences par excès, et jamais des différences par défaut; il fut frappé par ce fait que ces corps anormaux étaient toujours riches en carbone. Les expériences de Gladstone et Dale pouvaient se résumer ainsi :

Paraffines	C^nH^{2n+2}	Réfr.	normale
carbures éthyléniques	$-H^2$		normale
terpènes	$-H^6$		$+3$
benzène et dérivés	$-H^8$		$+6$

Cet écart de 6 unités dans la réfraction moléculaire du benzène le frappa; s'appuyant alors sur l'hypothèse de Kékulé relative à la constitution de ce corps, hypothèse d'après laquelle la molécule de benzène comporte 3 liaisons doubles, Brühl pensa que ces 6 unités d'écart étaient dues aux 3 liaisons, c'est-à-dire que l'incrément d'une liaison double devait être de 2 unités. Mais cette hypothèse de Brühl avait contre elle l'affirmation de Gladstone et Dale d'après laquelle les carbures éthyléniques avaient une réfraction moléculaire normale. Brühl reprit l'étude des carbures éthyléniques et constata que Gladstone et Dale s'étaient trompés; les expériences de Brühl aboutirent aux résultats suivants :

Paraffines	C^nH^{2n+2}	R'	normale
carbures éthyléniques	$-H^2$	—	$+2$
carbures diéthyléniques	$-H^4$	—	$+4$
dérivés benzéniques	$-H^8$	—	$+6$

L'influence des liaisons doubles était ainsi démontrée [2]; Brühl mit ensuite en évidence celle de la liaison triple [3].

Compte tenu de ces degrés de saturation, la formule d'additivité reprenait sa vraie valeur, si bien que l'on pouvait écrire, pour un corps de composition $C^xH^yO^z$...

$$R = ax + by + cz + \ldots$$

1. Voir par exemple Eisenlohr : Spektrochemie organischer Verbindungen, p. 30-31.
2. Conférence faite devant la Royal Institution of London le 26 mai 1905.
3. *Ann. Chim. Phys.*, [3], t. XLVIII, p. 343 (1856).
4. *Pogg. Ann.*, t. CXVI, p. 193 (1862) ; t. CXIX, p. 461 et 553 (1863).
5. *Phil. Trans.*, t. CLIII, p. 317 (1863). Gladstone et Dale appelèrent « équivalent de réfraction » l'expression $\frac{n-1}{d}$ P. [*J. chem. Soc.*, t. XXIII, p. 101 (1872)].
6. Brühl : Conférence faite devant la Royal Institution de Londres le 26 mai 1905.
7. *Pogg. Ann.*, t. CXVII, p. 353 (1862) ; t. CXXII, p. 545 (1864) ; t. CXXIII, p. 595 (1864).

1. *J. chem. Soc.*, mai 1870.
2. Brühl : *Lieb. Ann.*, t. CC, p. 139 (1880); t. CCIII, p. 255 (1880) ; *Ber.*, t. XII, p. 2135 (1879), t. XIII, p. 1119, 1520 (1880).
3. Brühl : *Lieb. Ann.*, t. CCIII, p. 1 (1880).

a, *b*, *c*, étant des constantes caractéristiques des atomes de carbone, d'hydrogène, etc., ou des degrés de saturation. Ces constantes constituent ce que l'on appelle aujourd'hui les « *réfractions atomiques* ». Pour les calculer, on a d'abord étudié un grand nombre de séries homologues et l'on a déterminé ainsi l'incrément de la réfraction moléculaire qui correspond au groupe CH^2; puis, par soustraction de cette valeur ou de l'un de ses multiples des réfractions moléculaires des aldéhydes et des cétones ($C^nH^{2n}O$), on a obtenu la réfraction atomique d'un atome d'oxygène de carbonyle. En soustrayant la valeur correspondant à l'ensemble ($O'' + nCH^2$) de la réfraction moléculaire de l'acide $C^nH^{2n}O'O''$, on a eu la valeur de l'incrément d'un atome d'oxygène d'hydroxyle. Enfin, en retranchant des valeurs de la réfraction moléculaire des carbures paraffiniques le multiple correspondant de CH^2, on a déduit la valeur du double de la réfraction atomique de l'hydrogène. Des valeurs correspondant à H^2 et à CH^2 on a déduit la valeur de la réfraction atomique du carbone. Ces expériences ont montré que, pour différents atomes, comme en particulier l'oxygène, l'azote, etc., le mode de liaison a une influence [1].

Ces différentes réfractions atomiques ont été calculées à plusieurs reprises, d'abord par Landolt en 1864, puis par Brühl en 1880, puis de nouveau par Landolt en 1882, enfin par Brühl [2] (raies α et γ) et Conrady (raie D) en 1889-1891 [3].

Mais en 1910, pour différentes raisons, en particulier : 1° parce que les poids atomiques avaient été « arrondis », 2° parce qu'on avait mal choisi certain corps, 3° enfin parce que les nombres correspondant à la raie D manquaient de précision, Eisenlohr a repris les calculs des réfractions atomiques [4]. Il a choisi à cet effet 145 combinaisons judicieusement critiquées au point de vue de leur constitution, appartenant aux différentes familles de la Chimie organique, puis il entreprit le même travail de revision pour les composés azotés [5]. Les nombres établis par cet expérimentateur font actuellement autorité ; ces nombres sont les suivants [6] :

	H_α	D	H_β	H_γ
C	2,413	2,418	2,438	2,466
H	1,092	1,100	1,115	1,122
O (de carbonyle)	2,189	2,211	2,247	2,267
O (d'éther-oxyde)	1,639	1,643	1,648	1,662
O (d'hydroxyle)	1,522	1,525	1,531	1,541
Cl	5,933	5,967	6,043	6,101
Br	8,803	8,865	8,999	9,152
I	13,757	13,900	14,224	14,521
=	1,686	1,733	1,824	1,893
≡	2,328	2,398	2,506	2,538
N (amine primaire aliphatique)	2,309	2,322	2,368	2,397
N (amine secondaire aliphatique)	2,475	2,499	2,561	2,603
N (amine tertiaire aliphatique)	2,807	2,840	2,940	3,000
N (nitrile)	3,054	3,070	3,108	3,129

Cependant l'examen d'un très grand nombre de corps n'a pas tardé à montrer que la loi d'addition n'est pas toujours exacte, qu'elle n'est même assez souvent qu'approchée ; on a ainsi observé que des corps isomères ne conduisent pas à la même valeur de la réfraction moléculaire et l'on en a inféré que ces différences sont dues à la constitution. L'expérience a montré que ces différences apparaissent chez des substances présentant telle ou telle configuration dans une partie de la molécule et l'on a été amené à concevoir des éléments « perturbateurs » avec l'idée de les utiliser pour des déterminations de constitutions.

L'étude de ces éléments perturbateurs va précisément constituer la matière de cette conférence.

Mais auparavant il faut rappeler les différentes grandeurs utilisées en réfractométrie et indiquer leur symbolisme.

Tout d'abord on appelle *exaltation moléculaire* (que l'on représente par les lettres E. M.) la différence entre la valeur de la réfraction moléculaire donnée expérimentalement par la formule de Lorentz-Lorenz et celle calculée d'après la formule d'addition.

A côté de cette grandeur, certains auteurs ont été amenés à en introduire une nouvelle : l'*exaltation spécifique* E Σ. Ils estiment que l'exaltation est due à un certain mode de groupement d'une partie de la molécule comportant un élément perturbateur. Cet élément agirait d'une certaine manière sur l'indice de réfraction et sur la densité, de sorte que la valeur exaltée de la constante réfractométrique, se trouvant ensuite multipliée par le poids moléculaire, donne des exaltations moléculaires qui augmentent pour des poids moléculaires croissants. La comparaison directe de l'exaltation moléculaire de corps de poids moléculaires différents est de ce fait impossible. Pour cette raison, ces auteurs ont

1. On trouvera un exposé très détaillé de l'influence optique des modes de liaison des atomes dans : Eisenlohr : Spektrochemie organischer Verbindungen (p. 42 à 82).
2. *Z. f. phys. Ch.*, t. VII, p. 191 (1891).
3. Conrady : *Z. f. phys. Ch.*, t. III, p. 226 (1889).
4. *Z. f. physik. Ch.*, t. LXXV, p. 585 (1910).
5. *Z. f. physik Ch.*, t. LXXIX, 129-146 (1911).
6. Von Steiger a cherché à montrer que chez les carbures aromatiques la réfraction moléculaire se calcule mieux à partir de « réfractions de saturation » (C—C, C—H) qu'à partir des réfractions atomiques. Von Auwers combat d'ailleurs cette manière de voir [*Ber.*, t. LIV, p. 3188 (1921)]. Des valeurs un peu différentes de ces réfractions atomiques sont obtenues par W. Swientoslawski (*Roczniki Chemji*, t. I, p. 104, 1921).

rendu les exaltations indépendantes de la valeur du poids moléculaire en ramenant ces exaltations à un poids moléculaire fictif de 100, c'est-à-dire en multipliant l'exaltation moléculaire par le quotient $\frac{100}{P}$. L'exaltation spécifique de la dispersion s'exprime alors en %.

Soit un corps de poids moléculaire P pour lequel, pour la raie D, la formule de Lorentz-Lorenz donne la valeur a; la loi d'additivité conduit à la valeur a'; l'exaltation moléculaire sera:

$$EM_D = a - a';$$

l'exaltation spécifique sera :

$$E\Sigma_D = (a - a')\frac{100}{P}.$$

Si pour les raies α et β ces valeurs sont respectivement b et b', c et c', la dispersion trouvée pour $(\beta - \alpha)$ sera $c - b$ et la dispersion calculée sera $c' - b'$. Dans ces conditions, l'exaltation moléculaire de la dispersion sera : $EM_{\beta-\alpha} = (c - b) - (c' - b')$ et l'exaltation spécifique de cette dispersion sera :

$$E\Sigma_{\beta-\alpha} = \frac{(c - b) - (c' - b')}{c' - b'}\,\%.$$

K. Auwers et F. Eisenlohr, qui sont les protagonistes de ces nouvelles grandeurs, déclarent que les combinaisons appartenant à un type déterminé à liaisons doubles conjuguées présentent des exaltations de la réfraction et de la dispersion spécifiques qui sont constantes. La connaissance des valeurs de $E\Sigma$ et de $E\Sigma_\beta - \Sigma_\alpha^*$ ainsi établies, qu'ils dénomment « valeurs normales », pourrait, d'après ces auteurs, accroître les possibilités d'emploi de la réfractométrie pour la résolution des questions de constitution (pour plus de détails, voir la question des « conjugaisons troublées »).

Tout ce qui précède ne concerne que le cas des corps homogènes, c'est-à-dire des liquides. Pour les corps solides, on en fait une dissolution dans un solvant dont on connaît les constantes et l'on applique la règle des mélanges de Biot et Arago[1] :

$$\underbrace{\frac{n^2 - 1}{n^2 + 2} \times \frac{1}{d}}_{\text{solution}} = \underbrace{\frac{n^2_1 - 1}{n^2_1 + 2} \times \frac{1}{d_1} \times \frac{p}{100}}_{\text{corps dissous}} + \underbrace{\frac{n^2_2 - 1}{n^2_2 + 2} \times \frac{1}{d_2} \times \frac{100 - p}{100}}_{\text{solvant}},$$

ce qui donne :

$$R.M. = \left[\frac{n^2 - 1}{n^2 + 2} \times \frac{1}{d} \times \frac{100}{p} - \frac{n^2_2 - 1}{n^2_2 + 2} \times \frac{1}{d_2} \times \frac{100 - p}{p}\right]$$

équation dans laquelle p représente en poids le pourcentage du corps dissous dans 100 parties de solution. Cette règle des mélanges admet que les propriétés du corps dissous et du solvant se superposent purement et simplement. Malheureusement cette hypothèse n'est souvent pas satisfaite d'une façon rigoureuse, car les solutions ne sont pas toujours de simples « mélanges » ; des phénomènes de dissociation, d'association, de tautomérie, etc., peuvent se produire, de sorte que les résultats fournis par les corps solides sont plus sujets à caution que ceux donnés par les corps liquides.

Enfin la nature du solvant n'est pas sans influence, comme le montrent les nombres suivants empruntés à un travail d'Edouard Bauer[1]:

	EM_D
Phénol pur	— 0,20
Phénol, eau	+ 0,02
Phénol, alcool à 95°	+ 0,55
Acide benzoïque, alcool à 64 %	+ 1,21
Acide benzoïque, toluène	+ 0,56
Acide *p*-oxybenzoïque, eau	+ 1,91
Acide *p*-oxybenzoïque, alcool à 35 %	+ 2,85
Acide *p*-oxybenzoïque, alcool à 60 %	+ 2,89
Acide *p*-oxybenzoïque, alcool à 95 %	+ 2,88

La concentration joue également un rôle[2].

R. Cornubert,
Ingénieur chimiste, Docteur ès Sciences.

(*A suivre.*)

1. En ce qui concerne l'étude réfractométrique des corps dissous, on trouvera tous détails et références dans Cheneveau : *Ann. Ch. Phys.*, 8e S., t. XII, p. 145 (1907). Voir aussi Contribution à la théorie des solutions : *Ber.*, t. XLII, p. 86 (1909). Sur la réfraction moléculaire des solutions colloïdales, voir *Kolloidchemie*, t. VII, p. 251-282 (*Z. Blatt*, 1915, t. II, p. 867). Sur la réfraction moléculaire dans des liquides non aqueux, voir *Z. Blatt*, 1912, t. I, p. 973. Sur l'influence de la température sur les propriétés optiques des corps dissous, voir Cheneveau : *C. R.*, t. CXLV, p. 1332 (1907) et t. CL, p. 866 (1910). Voir aussi Limann : *Z. Physik*, t. VIII, p. 13-19 (1921).

1. Thèse Nancy, 1904, p. 75-77.

2. Voir Eisenlohr : ouvrage déjà cité, p. 193-194. F. Schwers a montré que la constante réfractométrique varie avec la concentration chez les dérivés halogénés (*Bull. Acad. Roy. Belgique* (1912), p. 525 et 610).

Sur l'emploi du sulfure de carbone comme solvant pour les mesures de réfraction moléculaire, voir F. Schwers : *J. chem. Soc.*, t. CI, p. 1889 (1912).

BIBLIOGRAPHIE

ANALYSES ET INDEX

1° Sciences mathématiques

Moreux (Abbé Th.), *Directeur de l'Observatoire de Bourges.* — **Origine et formation des Mondes.** — *Un vol. in-8° de* XII-412 *pages, avec* 124 *figures dans le texte et* 18 *planches hors texte* (*Prix : broché*, 25 *fr.*). *G. Doin, éditeur, Paris,* 1922.

S'appuyant sur les découvertes astronomiques les plus récentes, en particulier sur celles relatives aux nébuleuses spirales, M. l'abbé Moreux nous présente une hypothèse cosmogonique nouvelle, d'une grande simplicité, destinée à expliquer l'origine et la formation des mondes.

Pour interpréter le fait que les Novæ s'entourent généralement de nébulosités rappelant les branches spirales des nébuleuses, on a émis l'idée qu'une étoile peut rencontrer des amas de gaz à basse température ; mais on se heurte ainsi à de graves objections et en particulier à celles formulées par Maxwell.

L'abbé Moreux pense qu'on pourrait tourner la difficulté, en supposant que la pénétration s'effectue au sein d'un nuage composé de météores, c'est-à-dire de petites masses solides, non élastiques. Dès lors, ces parties constituantes restent soumises aux lois de la gravitation et le problème relève de la Mécanique céleste.

Les conditions ne changent pas si l'on considère une masse attirante M (soleil ou étoile), immobile au sein de météores animés par rapport à elle d'un mouvement *relatif* à vitesse constante et qui décrivent des trajectoires parallèles.

Le développement de l'hypothèse conduit à envisager deux cas :

1° Si la direction relative générale des météores est perpendiculaire à l'axe de rotation de la masse M, les deux spires s'enrouleront autour de l'équateur de cette même masse Dès lors, la condensation se continuera régulièrement et la totalité des amas sera précipitée vers le centre ; il n'y aura donc aucune cause de formation de planètes. C'est l'explication des étoiles simples parfois géantes.

2° Les conditions changent du tout au tout lorsque le plan de circulation des amas aborde l'axe de rotation sous un angle quelconque. Les premiers météores captés s'enrouleront bien encore autour des régions équatoriales, en raison de l'entraînement rapide ; mais, la vitesse communiquée diminuant avec l'éloignement, les amas auront de plus en plus tendance à rester dans le plan de leurs trajectoires primitives. D'où la formation de deux ellipsoïdes de condensation : le plus petit, intérieur, tournant suivant la même orientation que la masse centrale ; le plus grand, extérieur, ayant son grand axe en coïncidence assez approchée avec la direction générale du nuage cosmique. Les spires marquant les régions de forte densité affecteront donc la forme de courbes gauches, rappelant un ressort de montre dont on écarterait la partie extérieure du plan dans lequel a lieu l'enroulement normal.

Tel fut le cas qui se présenta sans doute pour notre système solaire, où nous constatons une déviation de 5°48′ du plan équatorial actuel du Soleil par rapport au plan du maximum des aires. Dans de telles conditions, la formation des planètes s'explique naturellement : la concentration, en précipitant les particules extérieures vers le centre, a dû, dès l'origine, et en vertu du théorème de la composition des rotations, relever sans cesse l'axe du Soleil ; les mouvements de bascule de l'équateur solaire se sont ainsi communiqués peu à peu aux branches spirales et y ont déterminé des cassures successives où les matériaux se sont de préférence accumulés ; de plus, ces cassures ont été forcément diamétralement opposées et symétriques dans chaque branche et c'est ce que confirme l'emplacement actuel des planètes par rapport au plan du maximum des aires.

La discussion des circonstances dans lesquelles les cassures se sont produites au sein des deux ellipsoïdes explique l'existence des grosses planètes, loin du Soleil, les particularités des orbites des astéroïdes, ainsi que la présence de ces mondicules aux confins de l'ellipsoïde intérieur. Elle fournit également une raison plausible des intervalles planétaires, en montrant que la série de Bode, taxée jusqu'ici d'empirique, n'est qu'une conséquence des lois de la gravitation newtonienne ; elle laisse enfin entrevoir dans les accroissements successifs du Soleil la véritable cause des excentricités variées des orbites planétaires.

Quant aux comètes, elles proviendraient, d'après cette théorie, d'amas ayant échappé à la concentration générale.

Telles sont les grandes lignes de l'hypothèse que développe M. l'abbé Moreux, en rappelant les données astronomiques essentielles et indiquant de nombreuses et intéressantes vérifications. Sans doute, en un sujet aussi délicat, M. l'abbé Moreux ne saurait se flatter d'entraîner la conviction de tous les astronomes. Il n'en demeure pas moins que son hypothèse a pour elle une séduisante simplicité. Il nous la présente dans le style élégant et clair qui caractérise toutes ses productions. De nombreux schémas, de très belles planches font oublier l'austère gravité du sujet. Enfin, tous les lecteurs sauront gré à l'éditeur, M. Gaston Doin, d'avoir réalisé une fort jolie impression, sur beau papier, qui rappelle les meilleures éditions d'avant guerre, auxquelles nous n'étions plus habitués surtout pour les ouvrages scientifiques.

A. Boutaric,
Professeur à la Faculté des Sciences de Dijon.

Collard (Aug.), *Bibliothécaire de l'Observatoire Royal de Belgique.* — **L'Astronomie et les Astronomes.** — 1 *vol. in-8° de* 119 *p. de la Collection* : Répertoires des ouvrages à consulter. *Librairie nationale d'Art et d'Histoire, Bruxelles,* 1921.

L'auteur a indiqué dans ce Répertoire les ouvrages

généraux et spéciaux relatifs à l'Astronomie parus depuis 1880, renvoyant pour les travaux antérieurs à la *Bibliographie générale de l'Astronomie* de J. Ch. Houzeau et A. Lancaster.

Les ouvrages sont classés sous les rubriques suivantes : I. Dictionnaires et Encyclopédies ; II. Biographies ; III. Traités ; IV. Histoires ; V. Bibliographies ; VI. Atlas ; VII. Revues ; VIII. Tables. Les travaux publiés dans une même langue sont mentionnés à la suite et dans l'ordre chronologique d'apparition, avec indication du nom de l'éditeur.

Ce volume fait partie d'une collection de *Répertoires des ouvrages à consulter*, créée pour l'avancement des Sciences, des Lettres et des Arts en Belgique ; elle comprendra quatre séries de fascicules : I. Beaux-Arts et Archéologie ; II. Belles-Lettres ; III. Sciences ; IV. Sciences appliquées, dont plusieurs ont déjà paru.

2° Sciences physiques

Becquerel (Jean), *Professeur au Muséum national d'Histoire naturelle.* — **Le principe de Relativité et la théorie de la Gravitation.** — 1 *vol. in-8° de* 342 *p. avec* 21 *fig.* (*Prix* : 25 *fr.*). *Gauthier-Villars et Cie, éditeurs, Paris*, 1922.

Une théorie nouvelle a bouleversé nos notions fondamentales de la Mécanique et de la Physique classiques.

A. Einstein, s'élevant au-dessus de Copernic, de Galilée et de Newton, a, en deux étapes, l'une en 1905 concernant la théorie de la relativité restreinte au mouvement uniforme, l'autre depuis 1912 relative à la théorie de la relativité généralisée, découvert la loi de la gravitation et abouti à une impressionnante synthèse de l'Univers.

Ce n'est qu'en 1916, en pleine guerre par conséquent, qu'il a formulé d'une façon définitive ses conceptions, et ceci explique qu'en France, sauf quelques exceptions, les savants n'aient pu être mis immédiatement au courant de ses travaux, et que dans notre pays la relativité n'ait été étudiée qu'avec un certain retard.

Mais ce retard, à en juger par la liste, qu'il serait dès maintenant difficile de dresser complète, des articles et ouvrages consacrés à la question, a été largement rattrapé depuis.

Ces études ne sont pas toutes comparables, et pour les apprécier en toute équité, il faut tenir compte de la catégorie de lecteurs à laquelle se sont adressés leurs auteurs qui, il faut bien le reconnaître, n'étaient pas toujours très qualifiés pour traiter d'un sujet si ardu qu'ils ne possédaient pas eux-mêmes entièrement.

Un article récent du journal *L'Information* du 9 mai classait ces lecteurs en quatre catégories : la première connaissant toutes les ressources de l'analyse et sachant manier le calcul tensoriel : ils sont peu nombreux ; la deuxième pourvue d'une forte instruction mathématique, mais obligée de s'en rapporter à la première pour la discussion et la critique ; la troisième douée d'une bonne culture générale, et la quatrième enfin composée de la masse simplement curieuse.

L'ouvrage de M. Becquerel est essentiellement destiné aux lecteurs de la deuxième catégorie, et ceux de la première catégorie ne le liront pas non plus sans profit. Il est la traduction écrite du cours professé par son auteur à l'Ecole Polytechnique et au Muséum d'Histoire naturelle, et est donc inabordable aux deux dernières catégories ci-dessus.

C'est certainement le premier ouvrage didactique sur la relativité, dont il est un exposé complet, clair et méthodique, écrit avec toutes les qualités d'exposition et de style du savant professeur.

Il est divisé en deux parties : l'une consacrée à la relativité restreinte, l'autre réservée à la relativité généralisée. Ce serait une entreprise difficile, dans l'étendue qui nous est réservée, que de vouloir en rendre compte autrement qu'en reproduisant la table des matières, entreprise qui serait d'ailleurs dénuée d'intérêt. Nous nous bornons donc à attirer l'attention sur les chapitres VI : l'Univers de Minkowski, et IX : Dynamique de la relativité, de la première partie qui se lira facilement et avec un réel plaisir grâce au talent qu'y a déployé l'auteur.

Les difficultés commencent avec la deuxième partie, dont la lecture ne peut être abordée qu'à l'aide du calcul tensoriel. Très justement donc M. Becquerel a commencé par lui réserver un chapitre où il a développé les notions strictement indispensables. Et c'est ici où nous exprimons le regret, pour plus d'un lecteur, qu'il ait été trop concis ou plutôt que ce calcul nouveau n'ait pas été traité avec plus de développement.

Après cette introduction, mis en possession du tenseur de Riemann-Christoffel, l'auteur aborde, paragraphe I, chapitre XIV, l'étude de la loi de la gravitation dans le vide en exprimant les six équations $R_{\mu\nu} = 0$ qui remplacent, dans l'ancienne théorie, l'équation de Laplace.

Mais il reste à déterminer la loi qui doit remplacer la loi de proportionnalité à la masse et à l'inverse du carré de la distance. C'est à cette recherche de la loi d'Einstein et aux vérifications qui en ont été faites qu'est réservé le deuxième paragraphe du même chapitre XIV, le plus important du volume.

Dans ce chapitre, on a été conduit de deux façons différentes à la loi générale de gravitation. Celle-ci est, en effet, d'une part le résultat entre l'égalité d'un tenseur de courbure conservatif et le tenseur impulsion-énergie, ce qui a pour conséquence la conservation de l'impulsion énergie, et d'autre part, si à priori on considère ce dernier principe comme exact, on est aussi conduit à écrire la loi d'Einstein.

Lorentz et Hilbert, puis Einstein ont réussi à présenter les équations générales de la gravitation comme conséquence d'un principe unique d'action stationnaire. Un résumé de la méthode employée par Lorentz, puis l'exposé du travail d'Einstein sont donnés au chapitre XVI.

Il est un fait démontré : l'Univers n'est pas euclidien dans son ensemble. Il possède en chaque point-événement des lignes de courbure connexes du champ de gravitation et il est impossible de conserver l'ancienne conception de l'Univers. L'espace de Newton est infini et la loi de Newton n'est pas exacte. On est donc amené à penser que l'Univers pourrait ne pas être infini. Il est même possible, hypothèse d'Einstein et de Sitter,

qu'il soit fini dans toutes ses dimensions bien qu'illimité. Le temps seul resterait infini.

L'auteur expose donc au chapitre XVII les raisons profondes qui conduisent à attribuer à l'Univers une courbure non nulle, même dans le vide, et à considérer l'espace comme infini.

Enfin si l'existence des phénomènes électromagnétiques et les lois qui les régissent s'accordent parfaitement avec la théorie de la relativité, cependant le champ de gravitation et le champ électromagnétique y sont complètement séparés en ce sens que l'électricité n'est pas rattachée à une propriété géométrique de la structure d'Univers représentée par les dix potentiels $g_{\mu\nu}$ de gravitation. Ce serait un grand progrès si l'on pouvait unir dans une même géométrie le champ de gravitation et le champ électromagnétique. Cette fusion, H. Weyl l'a réalisée; mais Weyl a conservé une restriction parce que sa suppression soulevait une grosse difficulté pour attribuer à la lumière une trajectoire définie.

Il a, en effet, admis que les variations de la longueur généralisée ne dépendent que du parcours suivi et sont indépendantes de la manière dont a été fait le transport sur un même parcours.

Eddington a fait tomber cette restriction, la dernière qui subsistait. L'Univers enfin n'est plus soumis qu'à la condition, nécessaire évidemment, de posséder une structure géométrique. Il paraît impossible de réduire davantage les hypothèses. C'est l'exposition des théories mathématiques qui conduisent à ce résultat que présente le chapitre XVIII et dernier de ce volume, qui situe, dans son état actuel, avec la plus grande clarté que peut comporter le sujet, la théorie complète de la relativité.

Les mathématiciens le liront donc. L. Potin.

Tillieux (J.), *Directeur de l'Institut du Sacré-Cœur, à Mechelen-sur-Meuse.* — **Leçons élémentaires de Physique expérimentale selon les théories modernes.** 2e *édition, revue et augmentée. Fascicule* 1. — 1 *vol. in-8° de* 219 *p. avec* 244 *fig. et* 5 *pl. dont* 4 *en couleurs. Fr. Ceuterick,* 60, *rue Vital Decoster, Louvain,* 1922.

En rendant compte de la première édition de cet ouvrage [1], nous avons attiré l'attention de nos lecteurs sur la voie nouvelle où l'auteur a tenté d'orienter l'enseignement élémentaire de la Physique : abandon total des divisions habituelles des cours de Physique et adoption d'une méthode qui consiste, en partant du fait de la divisibilité de la matière, à étudier les propriétés des corps en partant de l'échelle des astres pour descendre à celles des molécules, des atomes, des électrons, pour terminer par l'éther.

L'accueil extrêmement favorable fait au premier essai de l'auteur, qui s'est trouvé rapidement épuisé, l'a engagé à publier une seconde édition de ses *Leçons*, d'ailleurs revue et augmentée. Le premier fascicule, qui vient de paraître, est consacré au domaine du pondérable; le second renfermera ce qui concerne l'impondérable, c'est-à-dire l'éther.

1. *Rev. gén. des Sc.* du 15-30 août 1919, p. 492.

Howe (H. M.). — **La Métallographie de l'acier et de la fonte.** *Traduit par* Octave Hock. — 1 *vol. in-8° de* 706 *p. avec* 123 *fig. et* 45 *pl. hors texte* (*Prix :* 120 *fr.*). *Ch. Béranger, éditeur, Paris et Liége,* 1922.

M. Hock, ingénieur de l'Ecole de Liége, nous donne une excellente traduction de l'ouvrage classique du Professeur Howe, qui a occupé pendant de longues années la chaire de métallurgie de l'Université Columbia de New-York. Les travaux de l'éminent maître, qui vient de mourir il y a quelques jours, sont connus du monde entier et ont eu en France, dans ce pays que M. Howe affectionnait d'une façon toute spéciale, les plus fortes répercussions.

Le livre, dont il nous est donné aujourd'hui une très belle édition française, est un important volume de plus de 700 pages, accompagné de magnifiques micrographies. — Le sujet est d'ailleurs merveilleusement ordonnancé. Après une introduction où se trouvent résumés l'historique de la métallurgie du fer et l'étude des réserves mondiales en ce métal, l'auteur étudie d'une façon succincte les procédés actuels de fabrication du fer et de l'acier, ainsi que la classification des produits sidérurgiques.

Une esquisse de la constitution de l'acier est ensuite donnée et, avant d'entrer dans le vif du sujet, le professeur Howe, pour faciliter l'étude du diagramme Fe-C, présente le diagramme eau-nitrate de sodium.

Les chapitres suivants développent l'étude du liquidus, du solidus et des courbes de transformation du système Fe-C, en insistant sur les transformations de l'acier et de la fonte et la formation du graphite. Après un exposé de la loi des phases, viennent une succession de chapitres relatifs aux déformations et à la structure cristalline, à la théorie de l'amorphisme de Beilby, à la déformation plastique dans l'acier, aux mâcles et à leur formation, et aux modes de rupture des produits sidérurgiques.

L'ouvrage se termine par des considérations sur la fibre et l'influence des méthodes de fabrication sur son existence et sa formation.

Le volume du professeur Howe doit se trouver dans toutes les bibliothèques des usines métallurgiques et l'on doit être particulièrement reconnaissant à M. Hock de nous en avoir donné une traduction française, extrêmement claire et fidèle. L'éditeur, la maison Bérenger, n'a rien négligé, d'ailleurs, pour donner à ce volume un caractère de luxe, indispensable à tous les ouvrages de métallographie microscopique.

L. Guillet,

Professeur au Conservatoire national des Arts et Métiers, et à l'Ecole Centrale des Arts et Manufactures.

3° Sciences naturelles

Regelsperger (G.), **Pelleray** (E.), **Froment-Guieysse** (G.). — **Notre Domaine Colonial. X. L'Océanie française.** — 1 *vol. in-4° de* 158 *p., avec* 30 *photographies et* 6 *cartes* (*Prix :* 7 *fr.* 50). *Edition Notre Domaine Colonial, Paris,* 1922.

Ecrit par des spécialistes très au courant de nos colo-

nies océaniennes, illustré avec soin, pourvu d'excellentes cartes, mis au courant des dernières statistiques, cet ouvrage mérite d'être particulièrement signalé. Notre collaborateur, M. G. Regelsperger, y étudie la Nouvelle-Calédonie, M. Pelleray, les Nouvelles-Hébrides, et M. Froment-Guieysse, les Etablissements français d'Océanie. Au moment où l'on cherche à répandre les connaissances coloniales à tous les degrés de l'enseignement, ce livre peut être recommandé comme une des meilleures sources de documentation. Une bibliographie termine chaque étude.

P. C.

Bouchié de Belle (E.). — **La Macédoine et les Macédoniens**. *Préface de Jacques* Bainville. — 1 *vol. in*-16 *de* 303 *p.* (*Prix* : 7 *fr.*). *Librairie A. Colin, Paris*, 1922.

La Macédoine, mosaïque de races et de religions, a été pendant longtemps un des problèmes orientaux les plus difficiles à résoudre. Elle était sous l'administration turque une autre Arménie. Partagée aujourd'hui entre la Serbie et la Grèce, découpée en chair vive sans qu'il ait été tenu compte de ses intérêts économiques, la Macédoine n'a pas trouvé sa solution définitive. On en parlera encore, et l'on pourra trouver dans le livre de M. Bouchié de Belle tous les éléments nécessaires pour résoudre le problème macédonien. L'auteur, officier de l'Armée d'Orient, mort là-bas pour la France, a fait sur place une enquête politique et économique, qui témoigne de rares qualités d'observation et qui restera comme un des meilleurs documents que nous possédions sur cette région.

P. C.

Perrot (Emile), *Professeur à la Faculté de Pharmacie de Paris, et* **Gentil** (Louis), *Professeur à la Faculté des Sciences de Paris.* — **Sur les productions végétales du Maroc. La constitution du sol marocain et les influences climatologiques.** [Rapport de Mission. Ministère du Commerce. Travaux de l'Office national des Matières premières végétales. Notice n° 10. Décembre 1921.] — 1 *vol. in*-8° *de* 170 *p.*, *avec* 7 *fig.*, 1 *carte géol.*, 8 *pl.* (*Prix* : 25 *fr.*). *Larose, éditeur, Paris*, 1921.

L'opuscule que vient de publier l'Office des Matières premières sur le Maroc réunit en 7 chapitres un ensemble de données d'un haut intérêt théorique et pratique concernant notre protectorat du Nord-ouest africain. Les éléments d'information qui y figurent ont été recueillis au cours d'une mission d'exploration effectuée il y a deux ans par deux professeurs de l'Université de Paris, un botaniste, M. Perrot, et un géologue, M. Gentil. En même temps, la Société Botanique de France organisait dans l'empire Chérifien une grande excursion, dont le programme coïncidait partiellement avec celui de cette mission ; M. le Dr René Maire, Professeur de Botanique à la Faculté des Sciences d'Alger, qui donnera prochainement le compte-rendu de cette réunion extraordinaire, a rédigé pour le livre de MM. Perrot et Gentil un intéressant article sur la Végétation du Maroc.

Lorsque l'on se rend d'Algérie au Maroc par la frontière oranaise, on traverse d'abord la zone méditerranéenne du plateau d'Oudjda. Puis l'on pénètre, avec la moyenne vallée de la Mlouya, dans les steppes du Maroc oriental, dont la stérilité doit être surtout attribuée au développement d'une carapace calcaire superficielle : jadis occupée par une forêt-parc de Betoums et de Jujubiers, cette contrée au climat subdésertique, caractérisé par la prédominance des vents du Sud, a une flore où abondent les éléments sahariens ; les grandes nappes d'Alfa des Hauts Plateaux oranais s'y avancent vers l'Ouest jusqu'à la Mlouya.

Avec les marnes miocènes du détroit Sud-rifain, commence, au delà du col de Zhaza, la brousse épaisse de Palmiers-nains, où le Diss, le Lentisque et l'Olivier, si abondants en Algérie, sont remplacés par des éléments nouveaux ; en même temps, les conditions météorologiques accusent un caractère atlantique. A Taza, se montrent déjà les tirs, les terres noires célèbres par leur fertilité ; de Fez à Meknès dominent les hamri argilo-sableuses de couleur rouge. Les causses de calcaires jurassiques des contreforts du Moyen Atlas (750 à 1.400 m.), jadis occupés par un boisement plus ou moins clairsemé de *Quercus ilex*, avec sous-bois de *Chamærops humilis*, forment une ceinture aux forêts de Chênes yeuses du Moyen Atlas installées sur les schistes carbonifères ; à partir de 1.600 m. viennent s'y mélanger, vers Azrou, des Cèdres qui, un peu plus haut, finissent par prédominer. Les collines calcaires du Maroc occidental, soumises, très avant dans l'intérieur, à l'influence du climat maritime, sont occupées par un maquis buissonneux sensiblement de même type que celui du Tell oranais. Les plaines, où subsistent, sur les sables du Miocène supérieur, à la Mamora, les restes de forêts claires de Chênes-lièges et de *Pinus mamorenis*, étaient autrefois sans doute complètement couvertes ; leur sous-bois d'*Ulex* et de *Thymelæa lytroides* les distingue des forêts de Chênes-lièges de l'Algérie et de la France méridionale. Les sables maritimes de Rabat offrent une végétation comparable à celle des dunes méditerranéennes.

Dès la sortie de Casablanca commencent les immenses plaines de la Meseta marocaine, où les terres noires de la Chaouia et de la Doukkala ont dû jadis être masquées par des broussailles de Jujubiers-Lotus. Puis au sud des Djebilet, à partir du Haouz de Marakkech, s'étendent les steppes du Maroc méridional : les magnifiques jardins de l'Aguedal y constituent une véritable oasis au milieu d'un paysage désertique. Autrefois s'étendait une forêt-parc d'*Acacia gummifera* : de nombreuses espèces des Hauts Plateaux algériens y sont encore mélangées à des types sahariens. Cette forêt se continuait sur les contreforts calcaires du Haut-Atlas, où les clairières correspondent encore, notamment vers Demnat, à des touffes d'*Euphorbia resinifera*, hautes de 1 m. et ressemblant de loin à de gigantesques carapaces de tortues. Plus haut, dans la montagne, comme aussi dans la zone sublittorale, s'étendent des forêts de *Callitrix articulata*, un Thuya particulièrement précieux pour l'ébénisterie, qu'accompagnent de nombreuses espèces méditerranéennes. Celles-ci se retrouvent, à côté d'une

flore rocheuse subsaharienne, dans la forêt d'Arganiers qui commence vers Chichaoua, à peu près à la hauteur des affleurements de phosphates. En approchant de la côte, la densité de ce curieux peuplement, dernier témoin d'une flore tertiaire, diminue rapidement surtout lorsqu'on arrive à la zone des dunes du Maroc austro-occidental, où les plantes habituelles des sables littoraux sont accompagnées des éléments macaronésiens. Les rochers maritimes voisins présentent une végétation frutescente riche aussi en plantes indiquant une ancienne liaison continentale avec les archipels atlantiques, comme *Chenolea canariensis*, *Polycarpea nivea*, qui sont particulièrement nombreux dans l'île de Mogador.

M. Jean Gattefossé, Ingénieur chimiste, a rédigé une intéressante notice sur les Plantes dans la Thérapeutique indigène au Maroc, avec indications des noms arabes et berbères. Me W. Dufougeré présente une curieuse étude sur les Matières colorantes naturelles employées par les Indigènes. Enfin M. Perrot traite des plantes utiles spontanées, ainsi que de celles dont il conseille l'introduction.

La précieuse documentation recueillie par la mission Perrot-Gentil, qui présente une excellente mise au point de nos connaissances sur la Géographie botanique du Maroc, est appelée à rendre les plus grands services au développement économique de l'Empire chérifien.

L. Joleaud.

Maître de conférences à la Faculté des Sciences de Paris.

Nicolle (M.) et **Magrou** (J.). — **Les Maladies parasitaires des plantes.** — 1 *vol. in-8° de* 199 *p.* (*Prix* : 8 *fr.*). *Masson et Cie, éditeurs, Paris*, 1922.

Les traités de Pathologie végétale avaient étudié les plantes malades ou les parasites responsables des maladies. Jamais les maladies n'avaient été étudiées pour elles-mêmes, selon un classement inspiré de l'observation clinique.

« Donner une interprétation claire et raisonnable du mécanisme de chaque affection, de chaque groupe, de la totalité des maladies végétales », écrire enfin ce qui est proprement un traité de Pathologie végétale, expliquer la multiplicité des troubles fonctionnels et des lésions par le jeu de quelques causes simples, sans jamais invoquer d'hypothèses gratuites, tels sont les mérites du récent ouvrage de MM. Nicolle et Magrou.

Cet excellent résumé de nos plus récentes comme de nos plus classiques connaissances phytopathologiques est fort original, les syndromes décrits s'expliquant à la lumière des travaux personnels des deux auteurs.

Aux recherches sur la symbiose, poursuivies par Magrou, après N. Bernard, nous devons des observations précieuses, concernant l'immunité des plantes et la destruction intra-cellulaire des parasites, — due à des *anticorps*. — En effet, « la plante attaquée résiste aux effets des spoliateurs si elle compense ses pertes et si elle demeure insensible à l'action des poisons émis, ou les neutralise... ».

Avec les diastases qui solubilisent les réserves, les « toxines » sécrétées par le parasite provoquent les réactions de l'hôte : il est impossible, depuis Malpighi, de ne pas attribuer la production des galles *largo sensu* à des venins (toxines), — en admettant le rôle subordonné des modifications osmotiques.

Les toxines malpighiennes se confondent avec les toxines ordinaires; c'est le même poison, qui, « émis d'une façon brusque et abondante, engendre la nécrose des tissus, et qui, sécrété d'une façon continue et discrète, détermine leur hypertrophie ».

On comprend peu pourquoi les auteurs, admettant dans les hyperplasies l'influence des modifications osmotiques, invoquent un effet d'excitation (?) pour expliquer le développement prématuré des fleurs, la naissance des racines adventives, la formation des balais de sorcière (p. 155). Il nous paraît, avec Smith, que la seule augmentation de pression osmotique, qui provoque l'hypertrophie ou l'hyperplasie de cellules parenchymateuses, suffit également à expliquer la formation d'organes différenciés, par l'évolution anormale de cellules embryonnaires (« totipotent cells »).

Les facteurs concrets de la spécificité et de l'électivité des parasites (p. 107) restent pour les auteurs très mal connus.

La différenciation fonctionnelle des races physiologiques, démontrée par Erikson sur le *Puccinia graminis*, eût pu être illustrée par l'analyse des travaux complémentaires de Stakman, Melchers...

La chapitre IV classe utilement les connaissances acquises sur les maladies bactériennes dont l'agent pathogène a été cultivé et inoculé avec succès (les travaux classiques d'Arnaud auraient pu fournir, au sujet de la nécrose du Mûrier, de plus amples développements).

En résumé, cette synthèse du concept parasite résultant de l'exposé de l'évolution des principaux parasites, ce parallèle des lésions et des réactions résultant de la spoliation, de l'intoxication on de l'irritation par les insectes, les phanérogames parasites, les champignons ou les bactéries, semblent écrits, et pour le biologiste ou le médecin qu'intéresse la Pathologie générale, et pour le pathologiste le plus spécialisé, qui y trouvera d'utiles termes de comparaison.

J. Dufrénoy,

Directeur de la Station de Pathologie végétale de Brive.

Forster (A.), *Professeur d'Anatomie à la Faculté de Médecine de Strasbourg.* — **La voûte tarsienne transversale; sa formation et son mécanisme.** — 1 *vol. in-8° de* 188 *p. avec* 38 *fig.* (*Prix* : 20 *fr.*). 6e *fascicule des* « Archives de Morphologie générale et expérimentale ». *G. Doin, éditeur, Paris*, 1922.

Tandis que la concavité que forme le pied d'avant en arrière est bien connue et bien étudiée, il n'en est pas de même de celle qu'il forme dans le sens transversal. C'est l'étude de cette « voûte transversale » qu'a entreprise M. Forster dans un mémoire étayé sur de nombreuses dissections et illustré de belles figures.

Le type que l'on peut considérer comme le point de départ pour cette étude est celui des Lémuriens. Chez eux, le tarse forme un cintre osseux, très régulièrement disposé, dans la concavité duquel se logent les tendons

des fléchisseurs des orteils. La clé de voûte est au niveau du 3e cunéiforme, prismatique à cet effet. Le cintre est très oblique par rapport à l'horizontale : cela tient à ce que son bord interne ne repose pas sur le sol, si bien que tout le côté interne de la plante du pied est directement accessible : une telle disposition semble indiquer que le rôle de sustentation du poids du corps ne joue ici qu'une influence secondaire.

Chez les divers Singes et quelques Anthropoïdes, on assiste à une aplatissement progressif de la voûte plantaire dans sa partie externe. Par suite, l'inclinaison de cette voûte diminue et son bord interne se rapproche progressivement du sol. En même temps, la forme et la disposition des diverses pièces osseuses changent : le 2e cunéiforme tend à devenir prismatique et partage avec le troisième le rôle de clé de voûte. Toutes ces modifications ont probablement pour cause l'augmentation progressive de l'action du poids du corps.

Chez l'homme et, à un moindre degré, le chimpanzé et le gorille, tous les phénomènes précédents s'accentuent. Le cintre tarsien, très peu oblique sur l'horizontale, est aussi beaucoup moins accessible en dedans ; le 2e cunéiforme en est devenu la clé. En même temps, l'arcade se resserre dans le sens transversal et réduit à une étroite gouttière toute la partie profonde de la plante ; seuls peuvent s'y loger un petit faisceau musculaire et du tissu conjonctif. Quant aux tendons des fléchisseurs des orteils, ils sont refoulés à un niveau plus plantaire. Même disposition chez le nouveau-né, dont le pied serait, d'après les recherches de l'auteur, beaucoup moins aplati qu'on le dit généralement.

Quand enfin on considère des animaux comme les Carnivores ou les Rongeurs, où l'action de sustentation du poids du corps est encore plus complète, en même temps que la régression du gros orteil exclut toute modification attribuable à la préhensilité du pied, on assiste à l'exagération des dispositions précédentes : horizontalité de la voûte transversale, abaissement complet du bord interne, si bien que le creux plantaire n'est plus du tout accessible en dedans ; il le serait même plutôt du côté externe chez quelques espèces.

L'étude très détaillée des variations de la voûte plantaire transversale que nous venons de résumer est complétée par une dissection approfondie et minutieuse des muscles susceptibles d'exercer quelque action sur la forme de sa concavité : extenseurs péroniers des orteils, court péronier latéral et, tout particulièrement, long péronier. En ce qui concerne ce dernier, l'auteur a pu établir que deux raisons essentielles en déterminent l'hypertrophie : une grande mobilité du gros orteil et l'abaissement de la voûte tarsienne. Le degré auquel se combinent ces deux facteurs chez les divers animaux explique les variations de volume du muscle qui atteint son maximum chez le chimpanzé.

Dans l'ensemble, on voit que le travail de M. Forster met au point une question d'anatomie comparée qui, malgré tout l'intérêt qu'elle présente, avait jusqu'ici été laissée dans l'ombre. Son étude sur la morphologie du pied se relie à celles de Volkov, d'Anthony, de Pfitzner ; elle contribue à nous faire connaître les étapes par lesquelles le pied humain se rattache à celui des Anthropoïdes et des autres Primates.

HENRI V. VALLOIS,
Professeur à la Faculté de Médecine de Toulouse.

4° Sciences médicales

Mackenzie (Sir James). — **L'Avenir de la Médecine.** — *Traduit par le Dr* F. FRANÇON. — 1 *vol. in-8° de* VIII-272 *p. avec* 28 *fig.* (*Prix* : 12 *fr.*). *Librairie F. Alcan, Paris*, 1922.

Ce livre est excessivement original et intéressant. Il se compose de 3 parties : la première est une critique sévère des méthodes d'enseignement de la médecine en Angleterre. L'auteur y expose comment, au sortir des études didactiques, il se trouva seul et sans guide aux prises avec les difficultés de la clientèle. La médecine qu'il eut alors à pratiquer n'avait qu'un lointain rapport avec celle qui lui fut enseignée au cours de ses études. L'auteur se mit résolument au travail, et c'est au cours de ses années de médecin praticien qu'il fit ses belles découvertes sur les insuffisances cardiaques. C'est sa méthode de travail qu'il expose dans la deuxième partie de son livre et comment, par l'étude minutieuse des symptômes, et avec des appareils de fortune, il est arrivé à voir clair dans le chaos des arythmies.

La troisième partie de l'ouvrage est un exposé des méthodes médicales telles que les conçoit l'auteur.

Elles sont en général fort justes. L'auteur s'élève surtout contre la cristallisation des spécialistes, les abus des méthodes de laboratoire et les grandes machines américaines et allemandes qualifiées de maisons de diagnostic, au sujet desquelles il rapporte de savoureuses anecdotes.

Le livre se termine par un excellent chapitre sur « la place du médecin » et la nécessité pour les professeurs d'avoir les vues larges. Beaucoup des critiques que l'auteur adresse au recrutement des professeurs londoniens pourraient d'ailleurs s'appliquer à la Faculté de Médecine de Paris où, parfois comme à Londres, « le meilleur et le plus sûr moyen pour obtenir un titre est de ne pas faire de pratique générale ». L'auteur voudrait que les postes de médecin dans les hôpitaux d'enseignement soient réservés en partie aux praticiens ayant de longues années de pratique courante.

Ce livre d'un grand intérêt sera lu avec fruit par tous ceux que l'enseignement médical intéresse ; il montrera à tout médecin comment chacun dans sa petite sphère peut par la méthode et la réflexion arriver à de belles découvertes.

Dr GALLIOT.

ACADÉMIES ET SOCIÉTÉS SAVANTES
DE LA FRANCE ET DE L'ÉTRANGER

ACADÉMIE DES SCIENCES DE PARIS

Séance du 26 Juin 1922

M. **Amé Pictet** est élu Correspondant pour la Section de Chimie, en remplacement de M. Ph. A. Guye, décédé.

1° Sciences mathématiques. — M. **H. Mineur** : *Sur certaines équations fonctionnelles algébriques.* — M. **T. Carleman** : *Sur le problème des moments.* — M. **P. Lévy** : *Sur la loi de Gauss.* Rectification. — M. **W. Margoulis** : *Les abaques à transparent orienté.* L'auteur a établi, principalement en vue de la solution de différents problèmes d'aviation, une trentaine d'abaques de cette nature. Ces abaques conviennent surtout à la résolution, par une seule opération, et sans systèmes surabondants, d'une ou de plusieurs équations à grand nombre de variables; ils se prêtent particulièrement à la discussion *nomographique* des équations. — M. **M. d'Ocagne** : *Sur les nomogrammes à transparent orienté.* L'auteur recherche dans quelle catégorie de sa classification générale rentrent les précédents nomogrammes de M. Margoulis. — M. **A. Rateau** : *Calcul des variations du plafond d'un aéroplane dues à une variation de son poids ou à l'emploi d'un turbo-compresseur.* Les précisions données récemment par l'auteur en ce qui concerne les pressions barométriques et les poids spécifiques de l'air lui permettent de calculer d'une façon beaucoup plus exacte les variations du plafond d'un aéroplane. — M. **Gaston Bertrand** : *La loi de Riemann, le périhélie de Mercure et la déviation de la lumière.* L'auteur montre qu'il faudra des mesures d'une extrême précision pour décider entre les théories de Riemann et d'Einstein. — MM. **Ch. Nordmann** et **Le Morvan** : *Observations d'étoiles du type N et notamment d'une étoile effective à température extrêmement basse, au moyen du photomètre hétérochrome de l'Observatoire.* Contrairement à une opinion répandue, la température effective des étoiles du type N (étoiles carbonées) n'est pas toujours inférieure à celle des étoiles du type M. L'une des étoiles observées par les auteurs, 112.559 H.D., possède la température effective la plus basse que l'on ait jamais déterminée parmi les étoiles : 2.160° absolus, c'est-à-dire 1887° C.

2° Sciences physiques. — M. **V. Karpen** : *Nouvelle évaluation de la pression interne des liquides. Critérium de l'association des molécules dans un liquide.* L'auteur calcule la pression interne par la formule $K = T(\alpha/\mu) - p$, où p et T sont la pression et la température absolues du fluide, α et μ les coefficients de dilatation et de compression. Lorsque, à la température considérée, les molécules sont associées et se dissocient par la décompression, il faut introduire la chaleur dq absorbée par la dissociation des molécules, et la formule devient : $J\,dq/dv = T(\alpha/\mu) - K - p$. Cette formule constitue un critérium de l'association des molécules dans un liquide. — M. **B. Szilard** : *Sur le dosage direct de très faibles quantités de radium par les rayons pénétrants.* L'auteur emploie dans ce but l'électromètre qu'il a récemment décrit, avec quelques perfectionnements qui en font un appareil d'une sensibilité non encore atteinte par un instrument transportable. — M. **P. Pascal** : *Recherche magnétochimique des constitutions en chimie minérale. Les acides de l'arsenic.* L'arsenic combiné possède deux susceptibilités atomiques, suivant le degré de saturation de ses composés ; l'auteur avait déjà trouvé cette propriété pour le phosphore, et elle peut être généralisée aux autres éléments de même famille. — M. **G. Gire** : *Sur la dissociation du chloroplatinate de baryum.* L'auteur a étudié expérimentalement la dissociation du chloroplatinate de baryum et en a déduit l'équation de la courbe d'équilibre. Cette dissociation est un équilibre du genre sol. + gaz $\rightleftarrows$ sol. + Q. — M. **A. Demolon** : *Sur les éléments accessoires des scories de déphosphoration.* La chaux caustique n'existe qu'en faible quantité (1 à 3 %) dans les scories ; elle diminue d'ailleurs par carbonatation spontanée à l'air. Il existe dans les scories des silicates complexes susceptibles de libérer de la chaux assez lentement sous l'action de l'eau pure, plus facilement sous l'action de l'eau sucrée ou d'une solution d'humate d'ammoniaque. La magnésie existe en quantité notable et d'ailleurs assez variable dans toutes les scories. Les scories renferment à l'état d'oxyde du manganèse provenant des ferromanganèses introduits dans les convertisseurs. — M. **L.-J. Simon** : *Sur l'oxydation par les mélanges d'acide sulfurique et de chromates.* Par l'emploi du mélange d'acide sulfurique et d'anhydride chromique, l'acide acétique combiné résiste presque complètement à l'oxydation ; il est presque complètement brûlé par l'emploi d'acide sulfurique et de chromate d'argent. Le rôle du chromate d'argent paraît spécifique. — Mlle **H. Billon** : *Sur l'action du chlorobromure de triméthylène sur quelques cétones de la série grasse.* On obtient dans tous les cas des cétones δ-chlorées, sur lesquelles la diméthyl- et la diéthylamine réagissent pour donner des diaminocétones. — MM. **R. Locquin** et **S. Wouseng** : *Sur la transformation des alcools éthyléniques tertiaires (genre linalol) en alcools éthyléniques primaires (genre géraniol).* Les dialcoylvinylcarbinols n'ont pas été modifiés dans le sens désiré par action de l'eau surchauffée, même à 220° pendant 30 h. Par contre, ils ont tous pu être isomérisés en alcools primaires correspondants sous l'influence de réactifs acides en général (anhydride acétique à 120°, acide acétique bouillant, HCl ou HBr gazeux, etc.). — MM. **M. Nicloux** et **G. Welter** : *L'acide cyanique existe-t-il dans le sang ?* Le terme intermédiaire de l'oxydation des matières protéiques et des acides aminés en urée est l'acide cyanique, d'après les travaux de Fosse. Les recherches des auteurs montrent que cet acide n'existe pas dans le sang et dans la lymphe à

l'état normal; du moins nos procédés d'analyse actuels ne peuvent le déceler.

3° Sciences naturelles. — MM. **F. Kerforne** et **L. Dangeard** : *Sur les roches paléozoïques draguées par le* Pourquoi pas ? *en 1921 dans la Manche occidentale.* Ces roches sont constituées en majeure partie par des grès d'Erquy. — M. **F. Ehrmann** : *Sur la découverte du Silurien à Graptolithes et du Dévonien à Tentaculites aux Beni-Afeur (sud de Djidjelli, Algérie).* — M. **Ch. Gorceix** : *Répartition de la température dans le lac du Bourget.* Le fait capital ressortant des observations, c'est l'idendité des formes des courbes de répartition suivant la verticale, en tous les points du lac, et le peu d'écarts qu'elles présentent entre elles le même jour. La forme est connue : le point d'inflexion correspondant à *la couche du saut* de Richter s'abaisse au fur et à mesure de l'emmagasinement de la chaleur. — M. **P. A. Dangeard** : *Recherches sur la structure de la cellule dans les iris.* Le genre *Iris* se prête merveilleusement à une étude d'ensemble du plastidome et du sphérome, seuls éléments figurés, avec le vacuome, du cytoplasme de la cellule végétale. — M. **J. Costantin** : *Sur l'hérédité acquise.* L'auteur montre que certaines plantes, ayant acquis des caractères spéciaux à l'état sauvage par suite de la symbiose avec des mycorhizes, conservent ces caractères à l'état cultivé, malgré la disparition des mycorhizes, par suite de l'influence d'un facteur à action parallèle, qui est le climat froid, alpin ou septentrional. — M. **H. Jumelle** : *Le groupe du* Chrysalidocarpus lutescens. Autour du *Chrysalidocarpus lutescens* de Madagascar se groupent plusieurs espèces qui pourraient tout aussi bien n'en être que des modifications locales, provoquées par les conditions de milieu (altitude, sol, exposition, humidité, etc.), puis fixées par l'hérédité. — M. **P. Nobécourt** : *Sur le mécanisme de l'action parasitaire du* Penicillium glaucum *Link et du* Mucor stolonifer *Ehrb.* L'action nuisible exercée sur les fruits par le *P. glaucum* et le *M. Stolonifer* est due à des substances sécrétées par ces champignons et qui, diffusant dans la chair du fruit parasité, se retrouvent dans le suc que l'on peut en extraire. Ces substances sont de nature enzymoïde. — M. **J. Bouget** : *Observations sur l'optimum d'altitude pour la coloration des fleurs.* L'auteur ajoute de nouveaux exemples à ceux qui avaient été donnés par M. G. Bonnier sur l'optimum d'altitude pour la coloration des fleurs, et montre par des faits précis, empruntés à la flore pyrénéenne, à quel point cet optimum est variable selon les espèces. — M. **J. Dufrénoy** : *Sur la tuméfaction et la tubérisation.* La présence des tumeurs, accidentelle et pathologique chez la plupart des plantes, peut devenir habituelle chez certaines espèces : *Eucalyptus, Arbutus*, etc. Ces tumeurs accumulent en automne et en hiver de grosses quantités d'amyloleucites; elles ont donc la signification anatomique et physiologique de tubercules, offrant un exemple de transition entre la tuméfaction et la tubérisation. — M. **R. Hovasse** : *Sur un Péridinien, parasite intracellulaire des Vélelles.* L'auteur a trouvé un Protiste de 8 à 12 μ existant en abondance et se multipliant activement dans les canaux gastrovasculaires, dans la mésoglée et surtout à l'intérieur même des cellules bordant les quatre canaux radiaires des bourgeons sexués que portent les gonozoïtes des Vélelles. Il le range dans le genre *Blastodinium* Chatton. — M. **A. Vandel** : *La spanandrie (disette de mâles) géographique chez un Isopode terrestre.* La reproduction bisexuée, qui paraît être la règle dans la région méditerranéenne pour les *Trichoniscus*, fait place, dans le Nord de l'Europe, à une parthénogénèse constante accompagnée de la disparition partielle ou totale des mâles; l'auteur désigne ce phénomène sous le nom de *spanandrie géographique.* — M. **R. de La Vaulx** : *Sur l'apparition d'intersexués dans une lignée de* Daphnia magnia (*Crustacé Cladocère*) *et sur le déterminisme probable du phénomène.* Chez une lignée de *Daphnia magnia*, élevée depuis 8 ans en captivité et provenant d'un unique exemplaire, sans avoir présenté un seul cas d'intersexualité, l'auteur a vu apparaître, à la suite du confinement, des formes intersexuées, dues peut-être à l'intoxication créée par le confinement. — M. **A. Lécaillon** : *Sur la variabilité de l'espèce et la création expérimentale de nouvelles races chez le Bombyx du mûrier.* En choisissant quelque caractère qui n'existe normalement que chez certains individus d'une race, alors qu'il est toujours absent chez certains autres, et en prenant exclusivement comme reproducteurs, soit des individus n'ayant pas le caractère en question, ou au contraire le possédant toujours, l'auteur a obtenu chez le Bombyx du murier, en de très courts laps de temps, plusieurs races chez lesquelles le caractère pris comme devant être le caractère essentiel de la race à créer se trouve définitivement fixé. — M. **A. Weber** : *Influence sur le développement des œufs d'un Batracien d'une substance extraite de la fertilisine des œufs d'un Poisson.* L'agent parthénogénétique de la fertilisine d'un gardon inhibe le développement des œufs de Triton comme si ces œufs avaient été plongés pendant quelques instants dans une solution faible d'un narcotique solvant des graisses, ou greffés dans la cavité péritonéale d'un Urodèle adulte. — MM. **W. Mestrezat, P. Girard** et **V. Morax** : *Perméabilité ionique élective des éléments cellulaires.* Les dissociations observées par les auteurs dans le passage des ions d'une même molécule à travers une barrière cellulaire ou seulement endothéliale montrent que la perméabilité des cellules aux électrolytes est seulement une perméabilité *ionique* et que cette perméabilité est *élective.* — MM. **L. Panisset** et **J. Verge** : *Idiosyncrasie et anaphylaxie.* Les auteurs ont observé chez un cheval des phénomènes morbides manifestés à la suite de transfusion de sang homologue citraté. Les phénomènes avaient l'allure clinique du choc anaphylactique. Idiosyncrasie et anaphylaxie sont impossibles à différencier cliniquement, mais les méthodes d'antianaphylaxie permettent de pallier aux symptômes fâcheux qui peuvent survenir au cours des transfusions. — M. **M. Doyon** : *Rapprochement des effets des acides nucléiques et de l'antithrombine du plasma de peptone sur la coagulabilité du sang circulant chez la grenouille.* — MM. **P.** et **L. Bazy** : *Sur la vaccination préopératoire.* Les opérations pratiquées sur des organes ou des régions infectés peuvent donner lieu à des accidents sérieux, par suite de l'absorption des produits septiques par de nouvelles bouches. Pour parer à ce danger, les auteurs ont pratiqué avant

l'opération l'auto-vaccination préventive, en particulier dans les infections de l'appareil urinaire.

Séance du 3 Juillet 1922

M. le Président annonce le décès du Prince **Albert de Monaco**, Associé étranger. — M. le Secrétaire perpétuel annonce le décès de M. **O. Lehmann**, Correspondant pour la Section de Minéralogie. — M. **A. Recoura** est élu Correspondant pour la Section de Chimie, en remplacement de M. E. Solvay, décédé.

1° Sciences mathématiques. — M. **A. Cahen** : *Sur les solutions singulières des équations différentielles du premier ordre.* — M. **M. Biernacki** : *Sur le déplacement des zéros des fonctions entières par leur dérivation.* — M. **R. Jarry-Desloges** : *Contribution à l'étude de la surface des planètes.* L'auteur a revu à Sétif en mai et juin le voile mystérieux ou décoloration de certaines plages sombres de l'hémisphère austral de Mars, observé par lui au Revard en 1909. Il a observé également le vague, l'insaisissabilité des rivages de certaines plages sombres australes sur leur bord sud. — M. **J. Baillaud** et Mlles **Bonnet, Clavier** et **Lhomme** : *Distribution des étoiles dans la zone de Paris du Catalogue astrophotographique.* Les résultats obtenus par les auteurs mettent en évidence l'existence dans la zone de Paris de maxima stellaires très nets, sensiblement de même amplitude à 6 h. 20 et 20 h. 30 d'ascension droite, de deux minima inégaux légèrement dissymétriques par rapport aux maxima, l'un aux environs de 3 h., l'autre aux environs de 14 h.

2° Sciences physiques. — M. **A. Blondel** : *Sur l'arc électrique dissymétrique entre charbons et métaux.* L'auteur explique l'anomalie apparente de l'arc Garbarini en supposant qu'une partie du carbone vaporisé par l'anode en charbon se dépose constamment en couche très mince sur l'anode refroidie ; c'est donc en réalité sur une cathode de charbon extrêmement mince, qui peut atteindre facilement l'incandescence bien que le support soit refroidi, que doit jaillir l'arc. — M. **A. Lindh** : *Sur le spectre d'absorption du soufre pour les rayons X.* Dans le spectre d'absorption des composés du soufre, les limites d'absorption K se déplacent vers les longueurs d'onde plus courtes pour les hautes valences. La limite pour le soufre rhombique a la même valeur que celle du soufre bivalent. — M. **A. Portevin** : *Sur le traitement thermique des pièces moulées et spécialement des projectiles en fonte aciérée.* La fonte dite « aciérée » type est à faible vitesse critique de trempe ; mais ce grand pouvoir trempant accroît considérablement les chances de tapures à la trempe. Les traitements thermiques déterminent la porosité du métal, constatée au moyen de l'épreuve hydraulique ; elle se manifeste quel que soit le traitement thermique choisi. — M. **R.-J. Boussu** : *Limite d'inflammabilité des vapeurs du système alcool-essence et d'un système triple à base d'alcool et d'essence.* Les auteurs ont déterminé la variation de la limite inférieure d'inflammabilité du système binaire essence-alcool et du système ternaire essence-alcool-éther en envisageant la substitution possible de tout ou partie d'essence par l'alcool dans les carburants des moteurs à explosion. — MM. **C. Matignon** et **M. Fréjacques** : *Sur la transformation du gypse en sulfate d'ammoniaque.* L'examen des courbes met en évidence l'existence de deux phases distinctes dans la marche de la décomposition du gypse par le carbonate d'ammoniaque : une première phase à marche plus ralentie, à laquelle succède une phase de vitesse plus grande. La finesse du grain du gypse et l'agitation accélèrent la vitesse de réaction. — MM. **A. Granger** et **P. Brémond** : *Sur la composition chimique d'une roche dénommée kaolin de Djebel Debar (Algérie).* La roche peut se séparer en une partie dure, qui a une composition voisine de celle de l'halloysite (silicate d'alumine), et une partie pulvérulente, qui est un silicate d'alumine hydraté contenant de l'acide sulfurique et un peu de silice quartzeuse.

3° Sciences naturelles. — M. **P. Thiéry** : *Le Bajocien supérieur de la Lorraine.* — M. **G. Denizot** : *Les dernières variations du niveau marin sur les côtes de la Basse-Provence.* Les côtes de la Basse-Provence présentent les traces d'un récent stationnement de la mer un peu au-dessus du niveau actuel (environ 1 m.). Il daterait probablement du début de l'époque historique. — M. **P. A. Dangeard** : *Sur la structure de la cellule chez les Iris.* Le plastidome et le sphérome ont une existence aussi générale que le noyau dans la cellule végétale. Ces deux formations sont nettement indépendantes. Les plastes du plastidome se présentent avec des formes très variables ; les microsomes du sphérome sont normalement sphériques. Le plastidome et le sphérome existent dans les grains de pollen et dans le sac embryonnaire ; leur présence dans l'œuf n'est pas douteuse ; il est nécessaire d'en tenir compte au point de vue de la transmission des caractères héréditaires. — M. **P. Bugnon** : *Sur l'accélération basifuge dans l'hypocotyle.* Réponse aux critiques de M. G. Chauveaud. — M. **G. Nicolas** : *Un nouvel hôte du* Phyllosiphon *Kühn.* L'auteur a reconnu la présence du *Phyllosiphon* sur l'*Arum italicum.* — M. **P. Lesage** : *Expériences pour servir à l'étude du mouvement des liquides dans les massifs cellulaires.* L'auteur a imaginé une complication de l'osmomètre de Dutrochet qui consiste à intercaler une cellule artificielle entre l'osmomètre et le liquide inférieur. Il a pu réaliser ainsi des expériences très curieuses sur le mouvement des liquides dans les massifs de cellules végétales. — MM. **J. de Vilmorin** et **Cazaubon** : *Sur la catalase des graines.* Chez les graines de pin et de mélèze, la catalase semble pouvoir subsister parfois, et à dose assez élevée, après que la graine a perdu toute faculté germinative. La présence de la catalase n'est donc pas chez toutes les espèces une preuve de la vitalité de la graine. — MM. **R. Cambier** et **E. Aubel** : *Culture de bactéries en milieu chimiquement défini à base d'acide pyruvique. Dégradation de l'acide pyruvique.* Les auteurs ont obtenu des cultures de divers bacilles sur un milieu minéral dont la seule source de carbone est représentée par l'acide pyruvique. Les produits de dégradation de ce dernier sont les acides acétique, lactique et glycolique. — MM. **M. Romieu** et **F. Obaton** : *Etude spectroscopique comparative du pigment vert du Chétoptère et de la chlorophylle de l'Ulve.* La chétoptérine est une substance pigmentaire

d'origine extrinsèque qui doit entrer dans le groupe des entérochlorophylles auxquelles elle ressemble beaucoup spectroscopiquement. — M. **S. Metalnikow** : *Une épizootie chez les chenilles de* Galleria melonella. Cette épizootie a été provoquée par une association de deux microbes : un bâtonnet et un microcoque, dont la réunion est excessivement virulente pour ces chenilles. — M. **W. R. Thompson** : *Théorie de l'action des parasites entomophages. Accroissement de la proportion d'hôtes parasités dans le parasitisme cyclique.* L'établissement d'un parasite dans une région donnée peut très bien ne pas donner de résultats nets pendant une longue période, sans que l'on soit en droit de conclure pour cela à l'inefficacité du parasite, qui peut mettre un temps considérable à atteindre son but et finir, quand même, par anéantir son hôte. — M. **P. Wintrebert** : *Les premières manifestations de la coordination nerveuse sur les mouvements du corps des Sélaciens scyllioïdiens.* La liaison neuro-musculaire, comme auparavant la contractilité aneurale, s'établit progressivement d'avant en arrière, de sorte qu'à son début les deux mécanismes aneural et nerveux sont associés pour déterminer le mouvement. Cependant l'initiative nerveuse se substitue à l'initiative musculaire au lieu même où est situé le point de départ de la contraction aneurale. — M. **P. Girard** : *Au sujet d'une note de M. Lapicque sur le mécanisme des échanges entre la cellule et le milieu ambiant.* — MM. **L. Garrelon, D. Santenoise** et **R. Thuillant** : *Action du choc peptonique sur le système nerveux vago-sympathique.* Les auteurs concluent de leurs expériences que la manifestation du choc peptonique est conditionnée par une susceptibilité antérieure du système vago-sympathique. — M. **J. Athanasiu** : *Sur l'énergie nerveuse motrice : électromyogrammes.* Dans l'électromyogramme volontaire, les grandes oscillations appartiennent seules au muscle et représentent le courant d'action des secousses dont est formée toute contraction volontaire. Les petites oscillations représentent le courant d'action de l'excitant nerveux qui met le muscle en état de contraction volontaire. — Mme **Danysz-Michel** et M. **W. Koskowski** : *Etude de quelques fonctions digestives chez les pigeons normaux nourris au riz poli et en inanition.* La mort des pigeons carencés peut s'expliquer par le manque de substances plastiques nécessaires à l'évacuation des produits toxiques, par le manque de substances azotées (certains acides aminés) nécessaires à la reconstruction des tissus, et surtout des ferments. La nécessité d'invoquer un principe assez mal défini, une vitamine, ne paraît pas établie.

SOCIÉTÉ DE BIOLOGIE

Séance du 3 Juin 1922

MM. **C. Levaditi** et **S. Nicolau** : *Association entre ultravirus, cutovaccine, neurovaccine et épithélioma des Oiseaux.* Un ultravirus pathogène pour un animal donné peut annihiler l'immunité naturelle ou acquise de cet animal vis-à-vis d'un autre ultravirus appartenant au même groupe et inoculé en même temps que lui. — MM. **L. Stern** et **F. Battelli** : *La contracture par les décharges électriques.* On constate dans les muscles soumis aux décharges électriques deux périodes de raccourcissement parfaitement distinctes. La première est constituée par une contracture par l'électricité analogue à celle qu'on obtient en soumettant le muscle au passage des courants alternatifs; la seconde est due à l'établissement de la rigidité cadavérique. — M. **R. Stumper** : *L'influence de la température sur l'activité des fourmis.* L'activité des Fourmis se trouve comprise entre deux seuils de température, variables suivant les espèces, mais constants pour chaque espèce : *Formica rufa*, 8-10° et 40°; *Lasius niger*, 10-12° et 28°; *Myrmica rubra*, 8° et 25-28°. — MM. **F. Arloing** et **L. Thévenot** : *Essais sur l'anaphylaxie chez les Bactéries.* Les bactéries sont susceptibles d'être modifiées dans leurs caractères biologiques généraux par de brusques passages dans des milieux de culture bouillon-sérum faits à des taux très différents. Les phénomènes observés semblent pouvoir être interprétés comme une manifestation de l'anaphylaxie chez les Bactéries. Les modifications portent surtout sur la végétabilité, le pouvoir pigmentaire et la virulence. — M. **D. Combiesco** : *Sur le phénomène de d'Hérelle.* Le principe lytique capable de reproduire le phénomène de d'Hérelle se trouve dans l'entérokinase et la trypsine du commerce. Cependant, les expériences de l'auteur n'éliminent pas la possibilité d'une souillure de ces diastases par le contenu intestinal au cours de leur préparation. — MM. **H. Roger** et **L. Binet** : *Nouvelles recherches sur la lipopexie et la lipodiérèse pulmonaires.* En traversant le poumon, les globules rouges récupèrent le pouvoir lipodiérétique qui est nul ou peu marqué dans le sang du cœur droit; mais ce résultat ne dépend pas d'une simple oxygénation du sang. — M. **J. Millot** : *Formation des iridocytes chez les Batraciens.* Les formes les plus jeunes d'iridocytes ou guanophores révélées par l'observation sont remplies de cristaux dans toute leur étendue, l'espace nucléaire seul étant réservé en clair. Tout se passe comme si les cellules formatives des iridocytes élaboraient une solution de guanine capable à un moment donné de cristalliser brusquement dans tout le protoplasme pour former d'emblée un iridocyte.

Séance du 10 Juin 1922

MM. **E. Weill, F. Arloing** et **A. Dufourt** : *Essai de traitement de la carence du pigeon par des cultures mortes ou vivantes de microbes intestinaux.* Chez les pigeons présentant une carence alimentaire nette produite par le riz décortiqué, l'administration de cultures microbiennes vivantes ou desséchées à diverses températures (37°, 52°, 75°, 105°) est incapable d'empêcher la marche progressive de la carence et la mort. — MM. **Ch. Achard** et **L. Binet** : *Recherche clinique de l'insuffisance glycolytique par les échanges respiratoires.* Dans l'insuffisance glycolytique, le glycose n'est brûlé que tardivement, incomplètement, et son introduction dans l'organisme déclenche souvent d'abord une chute dans les échanges respiratoires.

Le Gérant : Gaston Doin.

Sté Gle d'Imp. et d'Ed., rue de la Bertauche, 1, Sens.

33e ANNÉE Nos 15-16 15-30 AOUT 1922

Revue générale des Sciences pures et appliquées

FONDATEUR : LOUIS OLIVIER

DIRECTEUR : J.-P. LANGLOIS, Professeur au Conservatoire national des Arts-et-Métiers, Membre de l'Académie de Médecine

Adresser tout ce qui concerne la rédaction à M. J.-P. LANGLOIS, 8, place de l'Odéon, Paris. — La reproduction et la traduction des œuvres et de travaux publiés dans la *Revue* sont complètement interdites en France et en pays étrangers y compris la Suède, la Norvège et la Hollande

CHRONIQUE ET CORRESPONDANCE

1. — Nécrologie

J. C. Kapteyn. — Le 18 juin 1922 a été un jour de deuil pour l'Astronomie internationale, car il marque la mort de l'astronome hollandais Jacobus Cornelius Kapteyn, qui fut jusqu'en 1921 professeur à l'Université de Groningue et directeur du Laboratoire astronomique qu'il y avait fondé.

Après sa démission, il a voué la dernière année de sa vie à la réorganisation de l'Observatoire de Leyde, en qualité de directeur adjoint pour les observations méridiennes et l'astronomie fondamentale.

Sa position exceptionnelle dans le monde international des astronomes justifie un aperçu détaillé de sa vie et de ses recherches scientifiques.

Kapteyn, né le 19 janvier 1851 dans un petit village néerlandais, fit son éducation universitaire à Utrecht. Ayant écrit en 1875 une thèse de Physique mathématique, il ne devint astronome que par hasard : une place vacante à l'Observatoire de Leyde lui fut offerte.

Il n'y resta pas longtemps ; dès 1878 le Gouvernement le désigna pour la nouvelle chaire d'Astronomie de Groningue et jusqu'en 1921, c'est-à-dire pendant une période de 43 ans, il consacra son génie supérieur au développement du laboratoire qu'il y avait créé. Ce professorat a été une des périodes les plus brillantes dans l'histoire de l'Astronomie.

Parti pour Groningue plein d'idées et de projets, basés sur la promesse des autorités d'y ériger un observatoire petit, mais bien équipé, il reconnut bientôt que la réalité n'est pas toujours en harmonie avec l'idéal. Le Gouvernement ne remplit pas ses promesses et, après quelques années, Kapteyn dut s'avouer qu'il était un astronome sans observatoire.

Aujourd'hui plusieurs astronomes exécutent des recherches importantes et parviennent à des résultats de grande valeur sans disposer de télescopes; en ce temps là, c'était une nouveauté. Et c'est justement un des plus grands mérites de Kapteyn d'avoir donné cet exemple.

Obligé de travailler sans observatoire et voulant à tout prix servir l'Astronomie, il a cherché et trouvé le chemin qui a conduit finalement au traitement statistique des données d'observations qui, compilées partout dans le monde, lui furent livrées, parce que là on était sûr d'une réduction sans pareille.

Son premier grand travail fut déjà un résultat de cette collaboration, plus tard si souvent appliquée par lui, entre son laboratoire et un observatoire muni de grands instruments.

En 1885 Kapteyn offrit à Sir David Gill, directeur de l'Observatoire du Cap, qui, pour compléter le travail d'Argelander et de Schönfeld (la *Bonner Durchmusterung* du ciel boréal et austral jusqu'à la déclinaison — 23°), voulait photographier le ciel austral, de lui mesurer et réduire ses nombreuses plaques à Groningue. Comme la méthode photographique allait s'appliquer pour la première fois à un « Durchmusterung », elle avait à soutenir une rude épreuve et l'on peut comprendre quel génie, quelle énergie une entreprise pareille exigeait.

Aidé d'un personnel peu nombreux, se servant d'un instrument de mesure construit d'après son propre dessin, il travailla plus de dix ans à mener à bien cette belle entreprise, qui est connue sous le nom de « *Cape Photographic Durchmusterung* » et parut en trois

volumes de 1896 à 1900. La C. P. D. contient les positions et les grandeurs, déduites des diamètres des images photographiques, de 450.000 étoiles entre la déclinaison — 18° et le Pôle Austral.

Déjà avant le commencement de ce travail Kapteyn avait compris l'importance d'une connaissance plus étendue des distances des étoiles fixes, et le directeur de l'Observatoire de Leyde lui avait donné l'occasion d'appliquer une nouvelle méthode pour la détermination des parallaxes. Les résultats de ces observations, faites au moyen de la lunette méridienne de Leyde, sont publiés dans le tome VII des Annales de cet observatoire.

Bien que la méthode fût bonne, bien que les résultats obtenus fussent excellents, Kapteyn comprit que la lunette méridienne serait bientôt à la limite de son pouvoir et que l'application de la photographie fournirait peut-être la clef pour pénétrer dans les profondeurs de l'Univers, fermées hermétiquement jusque-là.

Partout dans l'œuvre de Kapteyn on rencontre le même problème : le fil rouge, qui parcourt sa vie, est sa recherche assidue de la constitution de l'Univers. Et comme il n'y avait pas de chemin menant directement à ce but, Kapteyn fut obligé de s'engager dans diverses recherches.

Ainsi, étant convaincu qu'il fallait disposer de beaucoup plus de parallaxes que les méthodes d'alors n'en pouvaient fournir, il décrivit des méthodes nouvelles pour en étendre la quantité au moyen de la plaque photographique, dans les « *Publications of the Astronomical Laboratory at Groningen* », publiées à partir de 1900.

Désirant mieux connaître les nombres d'étoiles dans des régions différentes du ciel, il s'occupe du dénombrement des étoiles ; puis, apercevant la nécessité de subdiviser ces nombres selon les différentes classes de grandeurs, il détermine la luminosité des étoiles.

Ainsi, orientant toujours ses recherches là où le but final qu'il avait en vue l'exigeait, procédant toujours selon le matériel accessible à chaque époque, Kapteyn parvint à deux grandes découvertes : 1° celle des deux courants d'étoiles, classée par Eddington parmi les six événements les plus importants de l'Astronomie du siècle passé ; 2° celle de la loi de la luminosité absolue des étoiles.

La première découverte, qu'il a faite en étudiant l'apex du mouvement du Soleil, a changé énormément l'aspect de la structure de l'Univers, bien qu'on ne soit pas encore d'accord sur l'explication à donner à ces deux courants d'étoiles. Il est possible que nous voyons s'entremêler deux groupes différents d'étoiles, qui continuent leurs mouvements originaux, mais il se peut aussi que ce phénomène s'explique par les forces opérant dans un système unique ; Kapteyn, lui-même, dans une de ses dernières publications, défendait ce dernier point de vue.

De la loi des luminosités absolues, qui dit que les luminosités absolues des étoiles fixes sont distribuées selon une courbe gaussienne, ayant pour médiane une valeur égale à la dixième partie de celle du Soleil, il a déduit la loi de la densité aux différentes distances du Soleil. Si l'on suppose que notre Soleil soit placé au centre du système et que ce système soit symétrique par rapport au plan de la Voie lactée et à l'axe perpendiculaire à ce plan, cette loi de densité donne pour notre système d'étoiles la forme d'un ellipsoïde de rotation, ayant des axes respectivement de 9.000 et de 1.200 parsecs.

Pour parvenir à ces résultats, Kapteyn fut forcé de s'occuper d'un trop grand nombre d'étoiles et cette considération l'a conduit à la publication, en 1906, du « *Plan of Selected Areas* ». Dans cette publication, Kapteyn proposa de borner les observations et les réductions à 200 parties du ciel, choisies par lui de telle sorte qu'elles sont situées dans des zones de 15° de déclinaison, avec une distance mutuelle de 1 h. d'ascension droite. Mais les données sur ces régions, petits carrés d'un degré de côté, devaient être aussi complètes que possible, comprenant des recherches sur les mouvements propres, parallaxes, spectres, grandeurs et nombres.

Vu la grande autorité de Kapteyn dans le monde international de l'Astronomie, on fut partout disposé à exécuter une partie de ce programme, et les plus grands astronomes formèrent un Comité pour surveiller les progrès de cette œuvre. Malgré la guerre, qui a retardé cette entreprise, beaucoup de résultats sont déjà obtenus. On y travaille actuellement en Hollande, en Amérique, en France, en Angleterre, en Allemagne, etc., et toutes ces nouvelles données nous permettront de corriger peu à peu l'image de l'Univers, que Kapteyn lui-même nous a révélée.

Kapteyn avait des amis et des relations scientifiques partout dans le monde. Il a été membre du Comité Permanent pour la Carte du Ciel, membre du bureau de l'Astronomische Gesellschaft, et « Research Associate » de l'Observatoire de Mount Wilson. Dans cette dernière fonction, en particulier, il a contribué beaucoup au brillant essor de l'Astronomie en Amérique.

Plusieurs gouvernements ont reconnu ses services pour la science : la Légion d'honneur, l'Ordre pour le Mérite et des Ordres Hollandais lui furent décernés ; en outre, il était « Associate » de la « Royal Astronomical Society », dont il avait reçu la médaille d'or en 1902, Membre Correspondant de l'Académie des Sciences de Paris et Membre d'Honneur de plusieurs autres institutions scientifiques.

Pour l'Astronomie internationale la mort de Kapteyn est une perte douloureuse et irréparable, mais plus encore pour la Hollande, puisqu'il était l'un des hommes qui prouvent que les petits pays peuvent jouer un rôle important dans la science internationale.

C. H. Hins,
Assistant à l'Observatoire de Leyde.

§ 2. — Physique

Repères thermométriques aux basses températures. — La Conférence internationale des Poids et Mesures de 1917 a recommandé la fixation d'un certain nombre de repères thermométriques convenablement choisis, en vue de faciliter l'étalonnage des thermomètres auxiliaires. En vue de répondre à ce desiderata en ce qui concerne la région des températures inférieures

à 0°, M. J. Timmermans, Mlle H. van der Horst et M. H. Kamerlingh Onnes viennent de se livrer, au Laboratoire cryogène de Leyde, à une série de déterminations du point de congélation de liquides organiques, préparés dans le plus grand état de pureté possible [1].

Ils ont opéré au moyen d'un cryostat construit spécialement dans ce but. La mesure des températures a été faite à l'aide de deux thermomètres à résistance de platine, qu'ils ont recalibrés par comparaison avec le thermomètre à hélium.

Le travail des savants hollandais fait connaître dix températures de congélation capables de servir de repères pour la thermométrie des basses températures; ce sont les suivantes:

CCl^4	— 22°9 C.	CS^2	— 111°6 C.
C^6H^5Cl	— 45°2	Ether (stable)	— 116°3
$CHCl^3$	— 63°5	» (instable)	— 123°3
Acétate d'éthyle	— 83°6	Méthylcyclo-hexane	— 126°3
Toluène	— 95°1	Isopentane	— 159°6

L'expérience prouve que ces repères sont faciles à reproduire, avec une erreur n'atteignant jamais le dixième de degré.

Le Bureau des Etalons physico-chimiques, créé à Bruxelles sous les auspices de l'Union internationale de Chimie pure et appliquée, espère pouvoir bientôt mettre à la disposition des intéressés des échantillons des repères ainsi créés.

§ 3. — Chimie industrielle

Nouvelles recherches sur l'utilisation des lignites. — On sait que les Allemands affirment être arrivés à rendre les lignites pratiquement utilisables, par un traitement purement mécanique, et qu'ils ont depuis quelques années créé, dans leur pays et à l'étranger, d'importantes usines, pour la fabrication commerciale de briquettes de lignite ou pour l'utilisation directe de ce combustible en vue de la production de l'électricité ; la question préoccupe beaucoup aussi les Américains et les Anglais; elle présente pour eux un intérêt considérable, car il y a d'énormes gisements de lignite dans plusieurs des Etats nord-américains, au Canada, en Australie, aux Indes, etc.

L'attention des Anglais se porte surtout pour le moment sur les procédés qui pourraient être mis en œuvre dans l'exploitation des gisements australiens; il y a, en particulier, à Morwell, dans l'Etat de Victoria, un gisement d'une richesse exceptionnelle (sept couches de minéral représentant une épaisseur utile de 225 m. se superposant sur une profondeur de 300 m. à peine); le Gouvernement local a décidé d'en entreprendre l'utilisation ; il y a créé des mines, qui seront bientôt en activité ; il y construit une grande fabrique de briquettes et une puissante usine électrique.

A défaut de meilleure solution, les autorités ont emtamé des négociations avec des constructeurs de presses à briquettes d'Allemagne ; les techniciens anglais voudraient établir eux-mêmes un procédé d'exploitation qui pût répondre aux besoins ; plusieurs spécialistes s'occupent de ce problème ; les uns recherchent les moyens d'enrichir les lignites d'une façon suffisante pour en permettre l'emploi économique dans les foyers domestiques et industriels ; les autres étudient les formes de foyer à utiliser pour brûler ces combustibles spéciaux.

D'une façon générale, les lignites usuels contiennent une proportion notable d'eau, allant jusqu'à 40 ou 50 %, et descendant rarement à 20 % ; un premier moyen de les enrichir est de les exposer à l'air, ce qui permet facilement d'abaisser la teneur jusqu'à 15 % ; mais ce procédé est incertain et il dépend trop des conditions climatériques pour que l'on puisse s'y confier entièrement; il est nécessaire de disposer d'un procédé de dessiccation artificiel, au moyen de chaleurs perdues.

En Allemagne, on recourt à cette fin à l'emploi de la vapeur d'échappement des machines : le lignite, ayant subi une dessiccation préliminaire à l'air libre, est entassé dans des chaudières cylindriques de 6 m. 50 environ de longueur sur 2 m. approximativement de diamètre, chaudières chauffées intérieurement par des tubes où l'on fait passer la vapeur provenant de l'échappement des machines. En Angleterre, on voudrait, en plus de cela, utiliser les chaleurs des gaz provenant des foyers.

M. W. A. Bone, qui a plus particulièrement étudié cette question, estime que les gaz, qui se trouveraient habituellement à une température voisine de 400° C. pour des foyers brûlant des lignites secs, contiennent suffisamment de calorique pour vaporiser toute l'eau de lignites bruts à 50 % d'humidité ; mais la difficulté provient de l'inflammabilité que présente le lignite sec et de sa tendance à se désagréger; pour ce qui est du danger d'inflammation, on peut cependant l'éliminer simplement en faisant en sorte que les gaz de cheminée contiennent au moins 10 % d'anhydride carbonique.

Convenablement séchés, les lignites peuvent être soumis à la distillation dans des conditions comparables à celles que l'on rencontre avec les combustibles maigres ; la quantité de sous-produits que donne la distillation est élevée ; les gaz sont utilisables pour l'éclairage et la production de la force; ils demandent toutefois à être purifiés d'une façon spéciale (à la chaux) par suite de leur forte teneur en anhydride carbonique, due à la forte proportion d'oxygène dans le combustible ; la proportion d'oxyde de carbone y est un peu élevée. On peut également appliquer la gazéification à basse température et aussi employer les lignites dans les gazogènes.

Une intéressante observation faite par M. Bone est que, soumis d'une façon prolongée à une température de 375° C., le lignite perd une partie notable de son oxygène, représentant 1/8 environ de son poids, et subit une transformation chimique profonde, une sorte de condensation comparable à celle qui s'est produite aux âges reculés, dans les profondeurs de la Terre, au cours du « mûrissement » des lignites primitifs devenus des houilles, transformation qui en augmente notablement la teneur en carbone et en accroît sensiblement la valeur

1. *Arch. néerl. des Sc. ex. et nat.*, sér. III A, t. VI, p. 180 ; 1922.

calorifique ; les chiffres ci-après sont à noter à ce propos :

	Lignite sec avant le traitement	Lignite sec après le traitement
	—	—
Carbone	62,50	68,5
Hydrogène	4,85	4,9
Azote et soufre	0,65	0,8
Oxygène	28,00	21,0
Cendres	4,00	4,6
	100,00	100,0
Valeur calorifique (cal. par kg)	5.600	6.360

Les bilans chimique et thermique de l'opération s'établissent ainsi qu'il suit :

100 parties de lignite sec contenant :		donnent ⟶ ↓ ↓	87,6 parties de lignite sec traité contenant :
Carbone...	62,50 parties	5,5 parties H^2O	60 parties
Hydrogène.	4,85 —	46,5 — CO^2	4,30 —
Oxygène...	28,00 —		18,55 —
Soit..	560.000 cal.		558.000 cal.

On voit que le combustible perd 1/3 du poids d'oxygène qu'il contenait, 1/10 de sa teneur en hydrogène et seulement 1/30 de sa teneur en carbone ; la perte de poids totale est de 1/8, mais elle porte à peu près exclusivement sur les éléments nuisibles ; chose remarquable, cette transformation est un phénomène propre aux lignites ; le mettant à profit, M. Bone, de concert avec M. W. R. Wood, directeur de l'Underfeed Stoker Co, de Londres, a créé un appareil destiné à s'adjoindre aux chaudières à tubes d'eau, pour assurer la dessiccation et l'enrichissement simultané des combustibles inférieurs.

Cet appareil, d'ailleurs assez simple, se compose d'un réservoir en tôle, contenant un certain nombre de plaques parallèles, entre lesquelles descend lentement le lignite, et où l'on fait passer les gaz du foyer, avant leur envoi à la cheminée, la circulation étant assurée par tirage forcé ; avec des gaz à 300-315° C., la dessiccation et l'enrichissement sont largement assurés ; on y récupère plus des deux tiers de l'énergie calorifique disponible, la température finale des gaz tombant à moins de 100° C.

Le système est donc, semble-t-il, très avantageux au point de vue du rendement calorifique ; il l'est aussi sous le rapport de la capacité de vaporisation des installations, parce que le combustible enrichi brûle beaucoup plus énergiquement et plus intensément que le combustible ordinaire, de telle sorte que le feu est rendu notablement plus ardent ; le gain de capacité évaporatoire serait de 25 à 30 %.

Henri Marchand.

§ 4. — Zoologie

La « parthénogenèse » chez les Protozoaires. — Il est très remarquable qu'il n'ait été décrit chez les Protozoaires de phénomènes qui se puissent interpréter comme se rapportant à la parthénogenèse que chez des parasites, des hématozoaires, trypanosomes et trypanoplasmes d'une part, plasmodiums de l'autre. C'est à propos de ces derniers que l'on émit d'abord l'hypothèse de la possibilité de tels phénomènes ; pour Grassi (1901), peut-être même les « microspores » peuvent se multiplier par parthénogenèse ; l'année suivante, Schaudinn décrit en détail la « parthénogenèse » des macrogamétocytes (mais non des microgamétocytes) du *Plasmodium vivax*, agent de la fièvre tierce.

Les observations récentes de F. Kitaeff et I. Joff[1] les conduisent à mettre en doute l'interprétation de Schaudinn. En effet, chez un individu atteint de « *malaria tertiana* », dont le sang abondait en parasites, ils ont découvert une quantité frappante de doubles et multiples infections des globules rouges. En outre même, il y avait des infections triples, de plus rares quadruples et même une quintuple. Non seulement les jeunes parasites prenaient part à l'infection, mais aussi les gros schizontes et les gamètes qui formaient toutes sortes de combinaisons imaginables. Il serait trop long d'exposer ici le détail de ces combinaisons et il suffira de faire connaître les conclusions des auteurs cités :

Pour expliquer l'origine de doubles et multiples infections, il faut admettre l'infection de globules soit par deux ou plusieurs mérozoïtes, soit par des mérozoïtes non encore divisés. — Les doubles infections par des macrogamètes et par les différentes formes de schizontes étroitement liées ressemblent beaucoup à ce qu'a observé Schaudinn et qu'il a expliqué comme schizogonie ou parthénogenèse des macrogamètes. Il faut tenir l'opinion de Schaudinn pour douteuse, parce que : 1° Les tableaux décrits comme parthénogenèse des macrogamètes et certaines doubles infections se ressemblent tellement au point de vue morphologique, qu'on ne saurait les distinguer ; 2° Schaudinn n'a pas pensé à la possibilité de confondre ces deux phénomènes, croyant que dans le fait de doubles infections les parasites sont toujours visiblement séparés l'un de l'autre ; 3° Dans le cas de Schaudinn, on ne peut pas tout à fait exclure les doubles infections. — Quant à la confirmation des conclusions de Schaudinn, faite par certains auteurs (Mark, Bluml et Metz, van der Hilst Karrewij), elle n'est point du tout convaincante, car dans les cas observés par ces auteurs il ne s'agissait certainement pas de parthénogenèse, mais de doubles infections. Ainsi l'existence de la parthénogenèse en cas de *malaria tertiana* peut être envisagée comme non prouvée et exige des recherches plus exactes sur des cas où les doubles infections de globules seront absolument exclues.

Déjà, en 1910, Gary N. Calkins écrivait : « Tenant compte qu'il est possible de confondre, dans ces diverses formes de parasites, des processus parthénogénétiques normaux avec des phases d'involution et de dégénérescence d'individus végétatifs, on ne peut admettre comme établies les observations, variées et ordinairement contradictoires, de parthénogenèse. » Ce n'est pas à dire que l'occurrence de ces phénomènes soit invraisemblable. « Il n'est pas inconcevable, dit encore Calkins, que de faibles modifications dans la composition du sang, spécialement de sa teneur en sels, agissent

1. *Revue de Microbiologie et d'Epidémiologie* (Saratov), t. I, n° 1, p. 13-21, pl. II [en russe] [résumé en français, p. 72-73].

sur les parasites de la même manière que le phosphate de potassium sur les Paramécies affaiblies. » Mais les faits tout à fait probants manquent encore.

D. J. D.

§ 5. — Anatomie

La fibre striée est-elle génétiquement uni- ou multicellulaire? — Un intéressant mémoire de Franz, publié en 1915, mais qui vient seulement de parvenir dans nos bibliothèques, expose les recherches entreprises par son auteur sur l'origine première du muscle strié [1].

Ce problème capital avait été posé en 1839 par Th. Schwann qui conclut à l'origine multicellulaire de la fibre, considérée comme résultant d'un certain nombre de soudures entre des cellules superposées. La *théorie multicellulaire*, avec des modalités diverses, a été soutenue depuis, parmi beaucoup d'autres, pour les Arthropodes par Leydig, Snethlage, Moroff, pour les Vertébrés par Leydig, A. Schneider, Meves. Un deuxième groupe, celui des partisans de la *théorie unicellulaire*, comprend un grand nombre d'auteurs, depuis Remak (1845) jusqu'à Baldwin (1913), en passant par Balfour, Heidenhain et Duesberg. Il existe enfin une troisième *théorie*, celle *du blastème*, qui considère les myofibrilles comme provenant d'un *blastème* (ou *matrix*) non cellulaire et ne provenant pas de fusions cellulaires : Clark, Rouget et Wagener sont à rattacher à ce groupe.

La simple inspection du tableau dressé par Franz, où les auteurs sont disposés selon la solution qu'ils préconisent, montre que le plus souvent ceux d'entre eux qui admettent la genèse unicellulaire ont étudié les Vertébrés alors que les protagonistes de l'origine multicellulaire se sont adressés à des Arthropodes. Nous avons déjà là une indication sur la solution du problème.

Franz a étudié avec le plus grand soin la myogenèse des Crustacés (*Oniscidae*) et celle des Batraciens (Urodèles). Il décrit d'abord la myogenèse du cloporte (*Porcellio scaber*), laquelle peut être divisée en cinq moments :

1° *De la gastrula au stade de la multiplication nucléaire.* — Les masses nucléaires mésoblastiques qui formeront la musculature se multiplient rapidement : chaque noyau possède un territoire protoplasmique étroit, mais il n'existe pas de membranes cellulaires dans ce tissu qui est un syncytium. Les noyaux destinés à la musculature appendiculaire émigrent dans les bourgeons ectodermiques des pattes et s'y multiplient *à l'extrémité;* dans la partie proximale de l'appendice les noyaux sont au repos.

2° *Pulvérisation nucléaire* (*Kernzerfall*); *chromidies; formation du symplasma.* — Un certain nombre de noyaux s'effritent et leurs granulations chromidiales sont, avec le reste du contenu nucléaire, le matériel formatif d'un symplasma. Les rares noyaux qui subsistent s'orientent dans ce symplasma en rangées (*Kernkolonnen*). Fait important : aux futurs points d'insertion l'hypoderme (ectoderme) et le mésoderme concourent *tous deux* à la formation du symplasma (la membrane basale disparaît sur ce point).

3° *Différenciation fibrillaire.* — Au moment où apparaissent les rudiments des fibrilles, il n'y a toujours pas de limites cellulaires et on ne peut distinguer de sarcolemme.

4° *Insertions et anastomoses du sarcoplasma des piliers.* — L'auteur étudie en détail la constitution des insertions musculaires qui ont, elles aussi, une origine syncytiale. Ce quatrième stade est caractérisé par les anastomoses plasmatiques qui réunissent les fibres, résultat mécanique de la quantité toujours plus grande du matériel symplasmatique consacré à la formation des fibres. Toujours ni limites cellulaires ni sarcolemme.

5° *Le « faisceau primitif »* (*Primitivbündel*) *définitif.* — Le sarcolemme apparaît enfin comme un épaississement de la périphérie du sarcoplasma : c'est une *limitans* de ce dernier, une simple couche corticale, n'ayant rien de commun ni avec une membrane cellulaire, ni avec un produit d'une telle membrane.

La myogénèse du Triton est décrite dans les chapitres suivants : 1° *formation des somites ;* 2° *disparition des myocèles ; extension des myoblastes ;* 3° *stade de « l'insertion cunéiforme »* [1]; *amitose.* Ce dernier stade est capital pour la compréhension de l'ensemble : les divisions amitotiques, en effet, conduiront à la constitution de l'élément musculaire polynucléé, mais de la *constitution polynucléée* de la fibre musculaire des Vertébrés il ne faut pas conclure à son *origine multicellulaire ;* 4° *disposition parallèle des myoblastes; différenciation des fibrilles.* Les membranes cellulaires persistent; 5° *le « faisceau primitif » définitif.* Le sarcolemme résulte ici de la modification de la membrane cellulaire elle-même.

En résumé, la fibre musculaire du Triton (et partant des Vertébrés) a une origine unicellulaire, celle du *Porcellio* (et partant des Arthropodes) une genèse multicellulaire. Il n'y a donc aucune identité morphologique à établir — à la lumière des faits organogéniques — entre la fibre du Crustacé et celle de l'Urodèle : la valeur des noyaux, la constitution du sarcolemme, tout y est génétiquement différent. En face de ce cas de « convergence » anatomique, il n'est plus possible de conserver ce terme de « *faisceau primitif* » (« *Primitivbündel* ») pour désigner l'élément premier des fibres striées : il faudra, avec Franz, dissocier cette notion, le « Primitivbündel » des Vertébrés devenant « *Primärbündel* » ou « *Primärfaser* » (faisceau ou fibre primaires), le « Primitivbündel » des Arthropodes laissant la place aux termes plus exacts de « *Sekundärbundel* » ou de « *Sekundärfaser* » (faisceau ou fibre secondaires).

Th. Monod.

1. A. W. Franz : Das Problem der uni-oder multizellulären Entwickelung der quergestreiften Muskelfasern (speziell untersucht an Isopoden and Urodelen).
Archiv. f. Mikros. Anat., t. LXXXVII; 1915.

1. Le terme parfait « *Auskeilung* » est intraduisible. Les deux moitiés des somites s'affrontent, après la disparition du myocèle, suivant une ligne droite : alors, pour s'accroître, les cellules introduiront leurs extrémités dans l'espace intercellulaire qui leur fait face et rapidement la ligne deviendra brisée.

INVESTIGATION ET RÉALISATION

ESSAI DE SYNTHÈSE SCIENTIFIQUE

Le besoin d'intensité, de précision, et d'efficacité dans *l'action* augmentant rapidement, sans que l'aspiration à la généralité et à l'exactitude dans la *connaissance* en soit réduite, toutes nos grandes disciplines doivent forcément tendre — ou prétendre — au *schéma scientifique*.

Peut-on raisonnablement juger le mouvement actuel d'après les principes et les catégories classiques, élaborés à des époques où certaines des tendances les plus caractéristiques de cette évolution commençaient à peine à se dessiner ? — Dispose-t-on en particulier, à l'heure présente, d'un criterium certain pour vérifier la légitimité effective de cette prétention à l'allure scientifique ? — Cette tendance générale, d'autre part, suit-elle bien, sous sa forme actuelle, tel ou tel processus simple systématisé par les grands philosophes du passé ? L'importance relative croissante du point de vue constructif ou utilitaire vis-à-vis du point de vue spéculatif ou compréhensif, dans toute l'activité moderne, n'a-t-elle pas au contraire enrichi tout naturellement la méthode scientifique de moyens plus souples et plus puissants ; — ou tout au moins n'a-t-elle pas développé d'une façon plus complète l'usage de toutes les ressources que pouvait contenir, plus ou moins inconsciemment, l'effort spontané et intégral de la pensée humaine ? — Enfin les objectifs distincts d'*investigation* et de *réalisation* d'une part, — la diversité déconcertante des champs d'action ou d'exploration d'autre part (et la différenciation ou la spécialisation extrême qui en résulte), laissent-ils subsister, dans l'ensemble complexe accessible à notre pénétration, une *unité* suffisamment cohérente et consistante, pour que nous puissions encore édifier sur elle un principe d'harmonisation individuelle et sociale ?

Par ces importantes questions qu'elle soulève, la « scientification » à outrance de l'énergie humaine pose pratiquement en raccourci *tout* le problème de la *Science*, — de sa *définition*, de ses *subdivisions*, de sa *méthode*. Et sous leur forme moderne ces problèmes fondamentaux débordent irrésistiblement du plan purement logique sur lequel il avait semblé possible de les localiser autrefois.

La présente étude a pour objet d'esquisser une solution générale de l'ensemble de ces problèmes dans leur état actuel.

I. — Définition

On peut définir la science par *la précision dans la prévision* ; ce criterium ne fait pas intervenir une différence de nature, mais une différence de degré : une catégorie quelconque de connaissances coordonnées méritera, à tel moment, d'être considérée comme science proprement dite, lorsque, avec un *certain minimum* de *régularité* et de *simplicité* relatives, un ensemble de causes donné y reproduira, pour nos facultés d'analyse et d'observation, un effet déterminé [1]. Cette simplicité et cette régularité sont les conditions nécessaires et suffisantes pour donner prise à la *comparaison*, et permettre à notre esprit et à nos sens d'exploiter systématiquement cette opération de comparaison, à la fois dans le sens abstrait pour la *généralisation*, et dans le sens concret pour la *mesure*.

Ce criterium, essentiellement pragmatique, de *précision dans la prévision* n'apparaîtra peut-être pas au premier aspect comme suffisamment profond, général et idéaliste. On reconnaîtra cependant, en y réfléchissant, qu'il épuise tout le mécanisme caractéristique de la science, à tous les degrés et dans tous les domaines. — Pour l'objectif spéculatif, en particulier, — où ce criterium réaliste pourrait sembler ne pas jouer un rôle véritablement spécifique, — il fournit en fait le moyen unique de vérification ou de justification, — de coordination effective du conceptuel avec le réel. Il représente donc le terme commun le plus général à l'investigation spéculative et à la réalisation, comme moyen exclusif de la première et comme but même de la dernière. C'est bien le maximum de ce qu'on pouvait exiger de ce criterium : à moins de se perdre dans les généralités les plus nébuleuses de la métaphysique, on ne pouvait demander qu'il identifiât ces deux objectifs, qui doivent forcément diverger à partir d'un certain point puisque le premier ne peut procéder que par abstraction, et que l'autre a pour aboutissement nécessaire la concrétisation.

On peut d'ailleurs aller plus loin et dire que,

1. On peut substituer à la notion de causalité la notion plus générale de *fonctions*, ou de variations concomitantes, sans que le criterium s'en trouve altéré ; il pourrait même, avec ces nouveaux symboles, acquérir une forme plus mathématique. Nous avons conservé la notion de causalité comme plus représentative.

dans la science investigatrice elle-même, ce criterium englobe toute la partie : science proprement dite ; en dehors de sa zone d'influence effective, la science finit et la philosophie proprement dite commence.

Il n'est pas inutile d'approfondir la différence, encore mal définie, qui s'est lentement creusée d'elle-même, au cours du dernier siècle, entre la science et la philosophie ; l'une et l'autre sont bien les disciplines des *relations définies* entre divers éléments de notre Univers, mais il n'y a réellement *science* que lorsqu'il y a détermination possible de rapports *quantitatifs*, dont la traduction constitue de véritables *lois* ; si les rapports conçus ou constatés sont trop complexes ou trop abstraits pour donner lieu à d'autres représentations que des liaisons *qualitatives* de similarité ou d'enchaînement, ils ne sont justiciables, au moins momentanément, que d'une *philosophie* de la question. Bien entendu, ici comme dans toutes les catégories humaines, et d'autant plus qu'elles sont d'un ordre synthétique plus élevé, il n'y a pas de ligne de démarcation nette entre la philosophie et la science, — mais une zone commune plus ou moins étendue qui est d'ailleurs, à un instant donné, un des deux foyers du progrès scientifique dans la branche considérée : la partie science gagne sans cesse sur la partie philosophie d'un côté, sur la partie empirisme de l'autre.

Cette distinction entre la science et la philosophie n'a d'ailleurs rien de définitif : de même que la science actuelle n'est en somme qu'une philosophie symbolique de la quantité, c'est-à-dire de la comparaison en étendue ou en intensité, de même on peut concevoir comme aboutissement suprême de l'effort humain, et par un retour indirect aux conceptions anciennes, une science de la qualité. A ce moment là science et philosophie se confondront peut-être de nouveau sous un aspect unique plus vrai, ou au moins plus humain, des rapports fonctionnels dont le jeu donne naissance aux phénomènes sensibles.

Malgré des tentatives isolées, cette phase hautement synthétique de la connaissance coordonnée paraît fort éloignée encore ; et, dans l'état *actuel* de la question, on est conduit finalement à admettre qu'il y a science en un domaine donné dans la mesure où il y a, à un degré minimum d'approximation, de signification, ou d'utilité, des phénomènes *mathématisables*.

II. — Classification

Les subdivisions pratiquement adoptées dans les sciences à l'époque actuelle, malgré des divergences de détail, se rattachent tout naturellement à une classification générale, qui diffère assez sensiblement de toutes celles qui ont été énoncées plus ou moins arbitrairement. Si l'on cherche à mettre en évidence *a posteriori* cette classification implicite sur laquelle sont calquées les dites subdivisions, on trouve tout d'abord les trois grandes catégories classiques, qui subsistent pratiquement, non seulement en tant que domaines qualitatifs encore irréductibles les uns aux autres, mais aussi en tant qu'étapes différentes dans le degré général d'avancement :

A) Sciences physiques ou *cosmologiques* ;

B) Sciences naturelles ou *biologiques* ;

C) Sciences morales ou *noologiques*.

Chacune de ces 3 classes se décompose en catégories, relatives aux groupes d'abstractions élémentaires dont la commodité compréhensive ou utilitaire nous a imposé dans chaque cas le rapprochement ; il n'y a pas là d'autre loi générale qu'une convenance fonctionnelle, plus ou moins déformée d'ailleurs par la tradition. Ces groupes restent toujours théoriquement révisables ; dans la pratique cette révision éventuelle, aussi justifiée qu'elle soit, est d'autant plus difficile que la science correspondante traîne un poids plus considérable de déductions et d'applications [1].

Chacune des sciences particulières ainsi constituées se décompose d'elle-même en deux parties :

a) Science normative ou d'*investigation* ;

b) Science appliquée ou de *réalisation*.

Enfin chacune de ces subdivisions se dédouble elle-même en :

α) Science schématique ou *fonctionnelle* ;

β) Science descriptive ou *organique*.

On vérifie aisément que cette taxinomie est bien celle qui se dégage *a posteriori* des subdivisions pratiquement admises à l'heure actuelle ; elle se trouve correspondre à un schéma psychologique simple et suggestif. Les écarts peu nombreux qu'on rencontre sont imputables à la recherche de facilités particulières d'ordre pédagogique ou technique ; elles ne sauraient porter atteinte à la simplicité des délimitations principales qui se dessinent nettement dans tout l'ensemble.

L'édifice scientifique, ainsi ordonné, serait d'ailleurs incomplet si l'on ne faisait spécialement mention de la grande catégorie des sciences qui constituent ses bases mêmes, les sciences abstraites ou *mathématiques* : l'effort systématique vers la généralité et la précision, caractéristique de la science, devait conduire, entre autres

1. C'est le cas de la théorie d'Einstein vis-à-vis de la Géométrie et de la Mécanique.

voies, à l'abstraction qualitative maximum, et par suite à l'étude des associations ou des décompositions de rapports quantitatifs portant sur le nombre minimum d'éléments hétérogènes. Les bases inductives des disciplines correspondantes une fois posées, les déductions devaient en être particulièrement nombreuses et variées, leur recherche attrayante et inoffensive, et leur interprétation féconde : d'où le remarquable développement et la fertile utilisation des sciences mathématiques.

Considérées souvent comme faisant partie des sciences physiques, parce qu'elles leur ont emprunté leurs schémas fondamentaux et qu'elles y trouvent leur champ d'application privilégié, ces sciences sont en réalité *hors classe*, et représentent le *schéma-type* sur lequel toute science tend, avec plus ou moins de succès, à se modeler. L'importance, reconnue déjà ci-dessus, de ce dernier criterium, nous conduira à chercher ici les conditions générales auxquelles les phénomènes, ou la connaissance que nous en avons à un moment donné, devront satisfaire, pour se prêter à un degré quelconque au schéma mathématique.

III. — Les phénomènes « mathématisables »

La condition fondamentale, et rigoureusement éliminatoire, est la condition de comparabilité : « il n'y a de science que du général », et il n'y a pas de généralisation possible sans comparaison. Le mécanisme investigateur de nos sens et de notre raison repose d'ailleurs essentiellement sur la relativité ou la comparaison ; leur fonctionnement consiste à rapporter la différenciation de certains éléments à la constance de certains autres : il faut constater ou poser une certaine invariance pour y rattacher des variations, et chercher à les ramener à des lois de covariation. La connaissance scientifique n'est ainsi que le prolongement naturel de la connaissance vulgaire.

Sous une forme plus précise, on a vu plus haut que cette condition de *comparabilité* se ramène aussi à un minimum de constance et de simplicité du processus causal dans l'ordre de phénomènes considéré. Or dire que le principe de causalité s'applique dans ce domaine pour nos facultés d'observation et de réflexion, c'est dire en fait que nous avons pu isoler par voie d'abstraction, au sein de ces phénomènes, un certain nombre de *caractères qualitatifs communs*, entre lesquels nous avons constaté des rapports de concomitance ou de covariation d'un *sens* déterminé.

Ceci suppose : 1°) que nous disposions de *repères* déterminés nous permettant d'apprécier directement ou indirectement la constance ou la variation de chacun des caractères ainsi dégagés ; 2°) que pour chacun de ces caractères nous ayons su définir, sinon une *additivité* véritable, au moins un *accroissement* ou une réduction comparatifs ; 3°) que l'influence mutuelle de certains de ces caractères ait pu être *séparée* de celle des autres facteurs, définis ou non, qui interviennent dans ces phénomènes ; — autrement dit, que le réseau causal complexe mis en jeu par les dits phénomènes ait pu être ramené, à un degré d'approximation minimum, à un nombre fini de circuits linéaires de causalité.

Il pourra arriver ainsi un moment où nos moyens de perception et d'analyse (y compris les procédés artificiels à l'aide desquels nous les prolongeons ou les amplifions) nous permettront — d'une part de *définir* de proche en proche les divers caractères isolés, en fonction des éléments premiers communs à toutes nos représentations (espace, temps, etc.), ou d'éléments plus complexes antérieurement « mathématisés » ; — d'autre part de représenter avec plus de précision les *sens de variation* qualitatifs par des *ordres de grandeur* comparatifs en fonction, d'une *unité* ou *échelle* propre au caractère considéré ; — c'est-à-dire de traduire les relations conçues ou constatées par un symbolisme *quantitatif*. A partir de ce moment-là, les caractères considérés deviennent de véritables *variables* ou *caractéristiques* ; les opérations 1°) et 2°) définissent des *mesures*, — l'opération 3°) définit des *principes* ou des *lois*. Les principes correspondent en général aux relations fondamentales d'identité ou d'*invariance* ; l'intuition joue un rôle capital dans leur élaboration ; et ils ne peuvent être vérifiés qu'indirectement par leurs conséquences ; — les lois expriment plutôt des relations de *covariation*, et elles peuvent être établies logiquement de proche en proche, ou vérifiées directement par l'expérience. Les phénomènes considérés sont dès lors *théoriquement mathématisables*.

Tant que l'objet de l'étude entreprise est purement spéculatif, tant qu'elle ne vise que des entités fictives, ou encore des faits passés dont le mécanisme n'est pas directement vérifiable a posteriori, on peut s'en tenir là : et la discipline correspondante peut, à des degrés différents, et sous réserve d'un contrôle futur s'il devient possible, s'ériger en science. Mais lorsqu'on a en vue l'expérience directe ou l'application, lorsque les *sanctions* catégoriques et souvent redoutables de la *réalité* sont au bout du

processus dans lequel on s'engage, il faut y regarder de plus près ; et on est nécessairement conduit à se poser cette question supplémentaire : à quelles conditions les phénomènes considérés sont-ils *pratiquement mathématisables* ?

Or l'*abstraction*, qui a permis d'isoler les caractéristiques essentielles, entraîne forcément une *simplification* analytique des phénomènes réels, qui altère leur identité synthétique d'une façon plus ou moins profonde; en outre, nos moyens constitutionnels de représentation nous imposent le plus souvent une transposition *statique* des phénomènes dynamiques, qui symbolise le mouvement ou l'évolution par une série finie ou infinie d'états de repos. — Il faut trouver pratiquement un compromis convenable entre ces deux altérations systématiques d'une part, dont l'objectif est d'ordre compréhensif, et d'autre part la condition positive ou pragmatique de fidélité de représentation ou de *degré d'approximation minimum*. Le degré d'approximation imposé est, dans l'investigation, *le plus élevé possible* ; dans la réalisation, il est déterminé par l'objectif poursuivi ou par les moyens concrets dont on dispose pour l'atteindre ; dans tous les cas, il tendrait en général à imposer un *nombre minimum de variables assez élevé*. *En définitive*, si le compromis adopté a conduit, — tout en permettant à l'ensemble de nos facultés de compréhension et d'action de s'insérer dans le jeu réel des phénomènes au degré d'efficacité requis, — à ne retenir pratiquement qu'un *nombre suffisamment restreint* de ces variables, pour que l'esprit cultivé ou spécialisé qui aura à employer ce mode de représentation puisse l'« intégrer (c'est-à-dire l'assimiler et l'utiliser) commodément, les phénomènes envisagés seront *pratiquement mathématisables*.

L'introduction plus ou moins explicite d'un schéma mathématique sera, au contraire, impossible si ce nombre minimum de variables effectivement nécessaires est trop élevé, ou si leur séparation est trop difficile ; ce qui revient à dire que le réseau d'enchaînement causal correspondant est trop inextricable pour être intelligiblement intégrable en un petit nombre de circuits de causalité définis. Dans un tel état, la discipline considérée ne pourra prétendre au titre de science : elle ne se prêtera pas à un minimum admissible de *précision dans la prévision*. Elle pourra emprunter à la science son objectif fonctionnel (exactitude et généralité) et sa méthode psychologique : elle se placera ainsi sur le rang des *futures sciences* (?), sans que cette simple candidature puisse lui conférer les privilèges distinctifs de la science authentiquée.

Il y a un cas intermédiaire où le nombre des variables ou leur difficulté de séparation, tout en s'opposant à la traduction suffisamment exacte et complète de leurs relations par le symbolisme mathématique explicite, se prêteront cependant à une sorte de mathématique implicite, qui amènera pour ainsi dire la qualité jusqu'au seuil de l'évaluation quantitative. Le champ d'investigation ou de réalisation correspondant sera, par extension, considéré comme objet de science. Mais la science ainsi constituée, privée en grande partie du symbolisme condensé et impersonnel des formules mathématiques, sera d'une transmission moins facile, d'une utilisation moins immédiate, moins automatique et moins rigoureuse. Celui qui voudra en acquérir la connaissance ou l'habileté d'emploi devra arriver, par un exercice méthodique fait d'expérience accumulée et de méditation prolongée, à calquer en quelque sorte le jeu de ses facultés mentales sur le mécanisme causal propre à cette science, de manière à développer en lui une véritable *intuition spécialisée* des phénomènes de cet ordre ; il devra d'ailleurs combler sans cesse, par un effort mnémonique particulier ou par une documentation abondante, les lacunes résultant de l'absence de circuits logiques simples, explicitement condensés en formules ou en lois.

Dans l'état actuel des connaissances humaines, les sciences physiques, les sciences morales et les sciences biologiques offrent *respectivement*, dans l'ensemble, des exemples nettement caractérisés des 3 cas successivement envisagés ci-dessus; ceux-ci (en rétablissant leur ordre normal) marquent les trois étapes de la pensée, les phases progressives de l'emprise synthétique de la science sur les 2 processus divergents de l'action et de la connaissance : l'empirisme incoordonné d'une part, et l'essai de coordination purement philosophique d'autre part.

Si l'on cherche à pousser plus loin l'analyse, et à déterminer (sur la catégorie des sciences la plus nettement constituée : les sciences physiques) les obstacles concrets qui, d'une manière générale, limitent ou compliquent l'usage des mathématiques, on trouve que ces obstacles sont de deux ordres :

1° *Obstacles de forme ou de symbole* : ce sont les écarts pratiques des subdivisions *naturelles* du temps et de l'espace par rapport aux purs *schémas* de l'abstraction mathématique : « Ce qu'elles ont gagné en rigueur, dit H. Poincaré des sciences abstraites, elles l'ont perdu en objectivité. C'est en s'éloignant de la réalité qu'elles ont acquis cette pureté parfaite. On peut parcourir

librement tout leur domaine, autrefois hérissé d'obstacles, mais ces obstacles n'ont pas disparu. Ils ont seulement été transportés à la frontière, et il faudra les vaincre de nouveau si l'on veut franchir cette frontière pour pénétrer dans le royaume de la pratique. » Uniquement préoccupés d'assurer à leurs déductions le maximum d'ordre esthétique et de pureté logique, les mathématiciens sont forcément conduits à se désintéresser des exigences de l'application, et à perdre le contact avec la réalité : « Les Mathématiques pures, écrit Bertrand Russell, sont entièrement composées d'affirmations construites sur le modèle suivant : si telle proposition est vraie d'une chose quelconque, telle autre proposition est vraie de cette même chose. Il est inutile de chercher à savoir si la première proposition est réellement vraie, et de spécifier la nature particulière de la chose dont il s'agit. *On peut donc définir les Mathématiques pures comme une étude où l'on ignore de quoi on parle, et où l'on ne sait pas si ce qu'on dit est vrai.* »

2° *Obstacles de fond ou de mécanisme physique* : les phénomènes *élémentaires* sur lesquels la théorie mathématique a prise sont ceux qui obéissent à un *principe naturel de composition ou de synthèse*, — ou, d'une façon plus précise, ceux qui présentent spontanément un caractère définissable statiquement par une *additivité* numérique ou géométrique, et dynamiquement par un *synchronisme* énergétique. — Ce principe de synthèse peut avoir ses racines dans la structure profonde des phénomènes, dans leur harmonieuse stabilité, dans les liaisons particulièrement constantes ou rigides de leurs éléments ; et les lois ou formules simples qui les régissent traduisent alors une véritable *intégration* naturelle de ces éléments : c'est le cas d'un grand nombre des propriétés des corps solides. — Ce principe peut aussi être d'ordre plus superficiel, ne plus correspondre à une affinité aussi étroite ou à une similarité aussi profonde ; et les lois qui le traduisent sont alors de nature purement *statistique* : tel paraît être le cas de la plupart des propriétés des gaz. — Mais il y a un grand nombre de phénomènes élémentaires qui ne s'intègrent ni analytiquement ni arithmétiquement, au moins avec la rigueur minimum exigée par la science, et qui dès lors ne sont plus à proprement parler « mathématisables » : leur défaut de cohérence ou de convergence, leur éparpillement dans l'espace ou dans le temps, ont fait réunir ces phénomènes sous le terme général de *dissipation de l'énergie*.

Le rôle de ces derniers dans les phénomènes *réels* sur lesquels nous avons à agir est malheureusement très important[1] : leur existence est l'obstacle le plus sérieux, à la fois, à l'investigation compréhensive et à la réalisation utilitaire, — ce qui justifie en particulier le qualificatif d' « *inférieures* » infligé aux formes de l'énergie où ces micro-phénomènes indisciplinés prennent une extension particulière (chaleur, lumière).

En définitive, lorsqu'on observe à quel point les lois ou formules pratiquement utilisées dans les sciences physiques *appliquées* (qui seules maintiennent le contact étroit avec la réalité brute) sont éloignées déjà de la belle simplicité et de l'impeccable rigueur de celles des sciences mathématiques, on est conduit à penser qu'il y a sans doute autre chose qu'une insuffisance momentanée de nos moyens de conception ou d'expression, dans la résistance que nous opposent certains ordres d'activité à se plier au cadre scientifique ou au schéma mathématique ; et l'on reste forcément un peu sceptique devant l'espoir successivement caressé, sous des formes diverses, par les rationalistes, les positivistes et les néo-mécanistes, de voir condenser toute la connaissance humaine en formules simples et rigoureuses.

Tout n'est cependant pas chimérique dans cette conception, et sa fécondité manifeste dans des cas déjà nombreux semble lui apporter une confirmation pragmatique précieuse : en réalité, elle considère simplement comme un fait acquis ou comme une possibilité prochaine ce qui, dans un grand nombre de cas, n'est pratiquement qu'une tendance, un objectif fonctionnel, une « limite ». Elle étend, un peu hâtivement et parfois arbitrairement, au *résultat* la double analogie qualitative du *but* et du *procédé* ; de l'*unité du schéma-type* correspondant à l'abstraction maximum, et de l'*unité psychologique de la méthode*, par laquelle toutes les disciplines y visent, elle déduit prématurément ou indûment l'identification de ces disciplines avec ledit schéma. Elle néglige ainsi d'une part les obstacles infranchis ou infranchissables qui séparent certaines d'entre elles du schéma-limite, et d'autre part les divergences *techniques* de la méthode qui accroissent pratiquement cet écart.

1. Les seuls phénomènes concrets dans lesquels ces éléments incoordonnés soient pratiquement négligeables sont les phénomènes astronomiques ; et c'est du remarquable succès de l'effort humain dans cette voie que sont nés la confiance et l'orgueil scientifiques. — Mais lorsque, laissant de côté la schématisation géométrique, on tentera de ramener ces phénomènes au schéma énergétique (terme commun le plus général, à la fois aux points de vue compréhensif et utilitaire, à toutes les formes de l'activité naturelle), l'énergie rayonnée, dont il faudra tenir compte, posera sans doute ici aussi la question perturbatrice des pertes non intégrables.

IV. — La méthode

La doctrine cartésienne de l'*unité de la science par l'unité de la méthode* demeure entièrement vraie à la double condition : 1° de creuser la *technique* de la méthode, forcément variable dans les divers champs d'investigation, pour en dégager la *psychologie* qui se révèle alors qualitativement constante ; 2° d'envisager cette méthode unique sous une forme moins étroite que celle des rationalistes.

La méthode caractérisée de la science moderne (et qu'on retrouve d'ailleurs en germe dans toute la genèse historique des sciences) est en réalité une méthode dont la phase analytique n'est que le prélude d'une reconstitution puissamment synthétique ; celle-ci fait harmonieusement concourir à la recherche de la vérité tous les moyens supérieurs dont dispose l'entendement humain. Au lieu de centrer le mécanisme de la certitude illuminatrice ou créatrice sur l'*intuition* avec Platon et les Grecs, sur la *logique* avec Descartes, sur l'*expérience* avec Auguste Comte, elle reporte l'axe de ce mécanisme au centre de gravité même du triangle de sustentation fondamental, offert à notre édifice psychologique par ces trois fonctions essentielles [1]. — Elle est avant tout une *méthode d'accord* : son critérium invariable consiste à poursuivre systématiquement l'accord de convergence ou de coïncidence entre les trois aspects d'une même question : l'aspect intuitif ou de bon sens, l'aspect logique ou rationnel, l'aspect positif ou expérimental. Cet accord constitue en quelque sorte la condition de composition des réactions élémentaires de l'esprit en une résultante unique, seule capable de déclencher en nous cette impression mystérieuse d'assouvissement intellectuel et de sécurité quasi mystique qu'on appelle la *certitude*.

Les trois grandes fonctions ainsi exploitées correspondent aux trois mécanismes spécifiques, *irréductibles* l'un à l'autre, qui participent à la représentation coordonnée : le mécanisme *instinctif*, le mécanisme *intellectuel*, le mécanisme *sensori-moteur*. Leur conjugaison correspond dans l'ensemble au régime de fonctionnement suivant : la connaissance ne procède que par *réduction à l'évidence* ; l'intuition fournit le critérium d'évidence subjective a priori, l'expérience le criterium d'évidence objective a posteriori [1] ; la logique met en jeu les transformations explicites successives qui permettent de mettre chacun d'eux en action avec le maximum de précision et d'efficacité, et de les combiner l'un à l'autre pour déterminer la certitude *intégrale*.

L'analyse des grandes découvertes, dans les sciences les plus diverses, met nettement en évidence un effort systématique, quoique le plus souvent inconscient, pour mettre en œuvre cette méthode d'accord entre l'intuition, la logique et l'expérience ; et un résultat quelconque n'a jamais été considéré en fait comme *scientifiquement* établi que lorsqu'on a pu faire jouer complètement à son sujet le criterium de cet accord ternaire fondamental. Bien que n'ayant pas encore été généralisé et systématisé comme il le mérite, ce criterium d'accord a été nettement énoncé, sur des cas particuliers, par un certain nombre de savants ou de penseurs. — C'est ainsi qu'à propos des progrès modernes de la Physique mathématique, H. Poincaré écrivait : « La nature est-elle gouvernée par le caprice, ou l'harmonie y règne-t-elle ? Voilà la question ; c'est quand elle nous révèle cette harmonie que la science est belle et digne d'être cultivée. Mais d'où peut nous venir cette révélation, sinon de l'accord d'une théorie avec l'expérience ? *Chercher si cet accord a lieu ou s'il fait défaut, c'est donc là notre but..* » — « *Deviner* avant de *démontrer*, écrivait-il ailleurs, ai-je besoin de rappeler que c'est ainsi que se sont faites *toutes les découvertes importantes*. » Or on devine avec l'intuition, on démontre par la logique et l'expérience.

Dans le domaine de la Mécanique, le Professeur Mach dit aussi, au sujet de l'étude des lois du plan incliné par Stévin : « Stévin rendit ainsi à ses lecteurs et à lui-même le service de juxtaposer des connaissances différentes, les unes *clairement connues* [2], les autres *instinctives* [3], de les *relier* les unes aux autres [4], et de les mettre *d'accord* de manière qu'elles se prêtent un appui mutuel. »

Dans l'ordre des sciences appliquées, M. Rateau par exemple écrit de même (« *Théorie des hélices propulsives* ») : « Si les hypothèses sont *simples et logiques*, et si, par *intuition*, nous avons le sentiment qu'elles renferment les choses essentielles des phénomènes, nous pouvons nous en servir sous réserve d'un contrôle ultérieur... La

1. L'*intuition*, qui formule des « jugements synthétiques *a priori* » (Kant), apparaît surtout comme le sens profond de l'*ordre* ou de l'*harmonie* ; la *logique* est l'ensemble des procédés de raisonnement, mais de raisonnement surtout déductif (car dans l'induction une part importante revient à l'intuition) ; enfin l'expérience, sous sa forme scientifique, est l'observation *provoquée* et *généralisée* (Cl. Bernard, H. Poincaré.)

1. *A posteriori*, pour distinguer l'expérience scientifique, ou « observation provoquée », de l'expérience vulgaire.
2. Expérience.
3. Intuition.
4. Logique.

comparaison entre les résultats *expérimentaux* et les *formules qu'on en déduit* montre si elles sont légitimes ou non. S'il y a *accord* convenable, dans les limites d'approximation que l'on désire, cela ne prouvera pas, bien entendu, que les hypothèses sont exactes, mais seulement qu'elles donnent une bonne image des phénomènes réels et qu'elles ont été utiles pour obtenir des formules que, sans elles, on n'aurait peut-être pas pu découvrir. » — Cette citation fournit une application très nette de la *méthode d'accord* ; elle affecte en outre à la science sa véritable signification : elle en fait simplement la recherche du mode de représentation ou de transposition des faits le mieux approprié à l'insertion précise et efficace de l'ensemble de nos facultés de compréhension ou de réalisation dans le jeu des phénomènes naturels; — recherche au cours de laquelle ce seul criterium peut nous guider, soit comme moyen, soit comme but : *la précision dans la prévision.*

Enfin la théorie développée par Einstein à l'occasion du principe de relativité (qui constitue évidemment un des événements scientifiques importants de notre époque) ne correspond-elle pas précisément à un effort de conjugaison plus complet et plus harmonieux de nos trois facultés essentielles : intuition, logique, expérience, pour réviser la définition, le mode de groupement et les relations fondamentales des éléments premiers qui furent placés, sur la foi d'hypothèses peut-être trop purement logiques, à la base de notre science ?

Sans insister davantage sur l'importance effective de ce criterium d'accord dans les sciences, on peut se borner à signaler que, si l'on cherchait sa justification la plus directe et la plus générale, on la trouverait dans cette simple remarque, énoncée par Poincaré pour un ordre de questions analogue : « Tant de succès ne sauraient être dus au *hasard.* » En définitive chaque opération scientifique qui met en jeu ce criterium *d'accord*, traduit un acte de foi implicite dans l'ordre naturel ou l'harmonie universelle : harmonie dans la nature, harmonie dans l'homme, harmonie spéciale enfin entre l'homme et la nature [1]. C'est en somme un criterium suprême d'adéquation ou d'*adaptation* ; il représente, sous une forme synthétique élevée, le « principe de raison suffisante » *intégral* de la certitude scientifique.

L'unité psychologique de la méthode n'exclut d'ailleurs nullement la diversité des multiples modalités concrètes qui constituent sa *technique* ; celle-ci varie d'une part avec la nature qualitative du domaine exploité, d'autre part avec les objectifs divergents de la spéculation et de l'action. Selon le degré auquel les phénomènes considérés sont effectivement mathématisables, le dosage relatif des trois facteurs constitutifs de la méthode synthétique d'accord est naturellement différent : moins ces phénomènes sont mathématisables, et plus le concours judicieux de l'intuition et de l'expérience doit s'intensifier pour combler les lacunes logiques de leur enchaînement symbolique. C'est ce rôle complémentaire de l'intuition et de l'expérience vis-à-vis de la logique qui se révèle, d'une manière parfaitement continue et progressive, lorsqu'on passe, dans les sciences physiques par exemple, des Mathématiques aux Sciences expérimentales, puis de celles-ci aux Sciences appliquées.

C'est d'ailleurs l'unité qualitative de la méthode, ainsi que la continuité de variation du dosage relatif de ses facteurs composants, qui ont permis aux sciences appliquées de tirer des deux autres catégories de science tout le parti nécessaire pour faciliter leur remarquable essor actuel. — Originaire en général des données obscures de l'empirisme, la science de réalisation arrive peu à peu, dans ses progrès opiniâtres, à entrer en conjugaison avec la science d'investigation ; exploitant alors méthodiquement les résultats de cette dernière, elle semble n'en être qu'une sorte d'annexe, au moins sur une certaine étendue de son développement. — Mais au point où la science d'investigation, se heurtant à des obstacles pratiques, oblique vers la spéculation, la science de réalisation, obligée de franchir hardiment ces obstacles ou de les tourner habilement pour atteindre son propre but, doit reprendre son indépendance : enrichie désormais des méthodes sûres et précises de la science de pure investigation, elle se libère de sa tutelle, s'accommode tant bien que mal de son état d'avancement actuel, pour progresser délibérément par ses propres moyens.

Cette tendance systématique de la réalisation à féconder, à exploiter et à déborder successivement la spéculation est surtout caractéristique de l'évolution moderne. Les exigences de l'action tendent irrésistiblement, après les avoir longuement chevauchées, à passer au travers des exigences de la pensée, en prolongeant dans la réalité le processus composé ainsi créé. C'est cette

1. Harmonie ne signifie nullement ici comme chez les philosophes optimistes (Leibniz par exemple) : existence des relations *optima* entre les divers éléments de l'Univers ; mais simplement existence d'une interdépendance fonctionnelle définie, dans laquelle tous les rapports évolutifs ne sont pas forcément simples, mais où se manifeste une *tendance spontanée et systématique à la prépondérance des rapports simples sur les rapports complexes*, — que le criterium de cette prépondérance soit d'ordre énergétique ou d'ordre esthétique.

double fonction (en apparence contradictoire, mais remarquablement *adaptée* en fait au mécanisme des relations de l'homme avec l'Univers), cette double fonction de fusion et d'émancipation opportunes de l'Action à l'égard de la Pensée, qui définit ce siècle de positivisme, de pragmatisme, et finalement d'« accord » par rapport aux siècles de rationalisme et d'empirisme inconciliés qui l'ont précédé.

V. — Résumé-Conclusions

En définitive, l'effort supérieur de l'homme tend à fixer les repères fondamentaux de son évolution, les points d'appui à la fois gnostiques et dynamiques de ses deux grandes fonctions spécifiques : *agir* et *connaître* ; ce double jalonnement dans l'Univers objectif et dans l'Univers subjectif ne peut se faire que par confrontation mutuelle, effectuée de proche en proche, entre les divers aspects de ces deux champs d'activité étroitement corrélatifs : si donc dans cette lente discrimination par laquelle il abstrait les fatalités des contingences, ou les lois des accidents, l'esprit procède exceptionnellement par vision synthétique directe, son processus normal se ramènera forcément au mode général des *approximations successives*.

Pour maintenir entre les deux domaines leur *lien* fonctionnel de relativité réciproque, l'homme a spontanément recours, dans cette progression méthodique, à une conjugaison harmonieuse de ses trois grandes fonctions d'investigation : l'*intuition*, *la logique*, l'*expérience* ; il vérifie ainsi ou complète avec précision une relation entrevue, par la concordance de ses projections sur les trois plans de repère différenciés de l'entendement : le plan subjectif synthétique, le plan subjectif analytique, et le plan objectif[1]. — L'ensemble : intuition-logique-expérience forme donc une multiplicité réciproque et complémentaire, dont la fusion synthétique doit reconstituer explicitement l'unité de la certitude illuminatrice ou créatrice.

Bien qu'appliquée instinctivement, au moins dans la science, depuis les origines de la connaissance coordonnée, cette méthode n'a été envisagée successivement par les grands systèmes philosophiques que sous ses trois aspects partiels; — l'aspect synthétique total dessine une orientation nouvelle de l'activité moderne, lourde de besoins plus variés et plus intenses, mais forte aussi de moyens plus souples et plus puissants.

Et si les produits coordonnés de cette activité tendent à prendre, dans les domaines les plus divers, l'aspect scientifique, c'est que la science est, *par définition même*, le champ privilégié où cette *méthode d'accord* acquiert toute sa force et sa rigueur, — celui où elle déclenche avec une sûreté « mathématique » ce critérium unique d'action ou de justification : *la précision dans la prévision*. De par la nature même de ce critérium, l'investigation et la réalisation y sont étroitement conjuguées ; et l'énergique impulsion psychodynamique qui en résulte doit conférer à toute la science moderne ce caractère de hardiesse créatrice que M. Appell a si heureusement défini par l'*action scientifique*.

Cette même méthode d'accord ne s'en applique pas moins, sous une forme qualitativement constante, à tous les ordres d'activité : dans les domaines mêmes où le facteur affectif ou mystique joue un rôle essentiel[1], le maximum de progrès de la connaissance et de l'action ne peut être attendu que du maximum d'extension donné à l'emploi explicite et systématique de cette méthode naturelle.

La *méthode*, est-ce donc autre chose qu'une « assurance » minimum contre le désordre et le déséquilibre, — contre l'excès de fantaisie incohérente d'une imagination en révolte plus ou moins avouée contre les lois fonctionnelles les plus élémentaires de l'*harmonie* ? Il n'y a pas lieu d'ailleurs de redouter que l'application d'une méthode judicieuse mette un frein à l'inspiration créatrice : celle-ci doit avoir au contraire plus de « rendement » ou de fécondité en concentrant son énergie au travers des canaux réguliers ouverts par la méthode dans nos facultés de représentation, d'expression, et de réalisation, qu'en « giclant » au hasard par les mille orifices divergents d'une personnalité incoordonnée, — d'une intelligence, d'une sensibilité ou d'une volonté qui « fuient » dans toutes les directions.

Et lorsque cette méthode se trouve en outre conçue de manière à assurer la coordination aussi parfaite que possible de la Pensée et de l'Action, elle doit garantir automatiquement à notre activité réceptrice ou créatrice le maximum de stabilité et d'efficacité pratiquement réalisable.

Il en résulte immédiatement qu'il serait possible de baser sur cette méthode générale toute

1. On pourrait aussi décomposer l'expérience en expérience synthétique et expérience analytique, qui correspondraient sensiblement à l'expérience vulgaire et à l'expérience scientifique.

1. Si le cadre de cette étude l'avait permis, on aurait pu aisément mettre en évidence, dans le domaine même de l'art par exemple, une méthode d'accord nettement basée sur la trilogie : intuition-logique-expérience, dont les traductions spécifiques seraient alors respectivement : l'*inspiration créatrice* de base, — l'*esthétique*, — et le « *métier* » ou ensemble des procédés de composition et d'exécution.

une philosophie d'accord, hautement synthétique, harmonieusement compréhensive et fructueusement dynamique. Une telle philosophie concilierait (non plus en un éclectisme disparate, mais en une discipline intégrale rigoureusement cohérente) non seulement les grands systèmes du passé : logico-intuitivisme platonicien, rationalisme cartésien, positivisme, — mais encore leurs homologues modernes : intuitivisme, idéalisme, pragmatisme. La philosophie d'accord condenserait et intégrerait harmonieusement ces doctrines, en extrayant tout naturellement de leur substance, — par neutralisation mutuelle des systématisations excessives encore qu'inévitables en leur temps, — les éléments fondamentaux de notre équilibre mental et leur mode d'association optimum.

Ainsi le criterium général d'accord n'a pas seulement une genèse logique très nette ; sa genèse philologique ou historique apparaît aussi clairement : basé psychologiquement sur la mise en facteurs communs de nos sources de certitudes élémentaires, il se dégage lui-même comme un véritable facteur commun d'ordre élevé aux efforts, — en apparence divergents ou « incommensurables », — de l'esprit humain dans la recherche d'un gage suprême de certitude.

On en déduit en particulier que la loi des trois états d'Auguste Comte (sorte de chaîne sans liaisons ou d'équation sans second membre) serait à compléter par un 4e état synthétique, qui se révèle comme l'aboutissement naturel et la raison d'être des trois premiers : il ne les suit pas seulement, il les intègre. Les trois premiers états (dans lesquels prédominent en somme respectivement l'intuition, la logique et l'expérience) ne sont plus de simples étapes successives, sans lien logique de continuité ou d'enchaînement, mais les phases d'élaboration progressive des éléments constituants du mécanisme intégral de l'esprit humain ; — ils jalonnent la séparation échelonnée des facteurs composants de la méthode générale, qui se révèle comme si remarquablement appropriée au double effort d'*investigation* et de *réalisation*.

On ne saurait, sans sortir du cadre de cette étude, s'étendre plus longuement sur cet aspect très vaste du problème général de conjugaison de la Pensée et de l'Action ; mais on doit noter qu'un tel prolongement naturel du processus psychologique de la science, dans nos divers champs d'activité, ne saurait être considéré à aucun titre comme une tentative plus ou moins détournée pour remettre en honneur un *scientisme* désuet. Il faudrait plutôt voir là une tendance opposée au scientisme, ou au moins une mise au point énergiquement restrictive de ses insoutenables prétentions : les développements qui précèdent ont en effet mis en évidence l'existence de *limites organiques* de la science ; mais celles-ci ne s'opposent nullement à l'extension *fonctionnelle* illimitée de sa méthode, considérée sous son aspect le plus général. Et si l'on est tout naturellement amené à emprunter à la science, de préférence à tout autre domaine, un schéma compréhensif et un mécanisme constructif, c'est qu'elle s'élabore dans la zone de la conscience la plus accessible à notre pénétration analytique, la plus extérieure, la plus *intelligible* ; c'est aussi qu'elle représente le maximum de précision, de sûreté et d'efficacité qu'on puisse attendre du mécanisme général de la connaissance ou de l'action *coordonnées*. L'extension fonctionnelle de sa méthode, qui s'effectue d'elle-même, doit assurer automatiquement la convergence synergétique des *besoins* et des *moyens* humains, et garantir à la fois le maximum d'équilibre spéculatif et de rendement créateur à toute organisation individuelle ou collective expressément basée sur son application.

A. Lamouche,
Ingénieur principal de la Marine.

PROBLÈMES MÉCANIQUES ET CHRONOMÉTRIQUES ACTUELS

I. — PROMENADE RAPIDE A TRAVERS L'HISTOIRE DES *machines horaires*

Les efforts croissants dépensés pour obtenir une mesure mécanique du temps, de plus en plus précise ont abouti, depuis 150 ou 200 ans, à l'emploi de deux sortes d'instruments :

1° les montres de poche ou les chronomètres marins, constituant la chronométrie spéciale;

2° les horloges plus massives, et jusqu'à ce jour du moins utilisant le rythme réglant d'un pendule, formant l'horlogerie proprement dite.

Mais, lorsque vous ouvrez pour la première fois avec curiosité une montre, ou quand vous visitez pour la première fois l'horloge d'une cathédrale, une même surprise vous guette et vous trouble; le trop grand nombre de détails accumulés dans la *grosse* ou dans la *petite machine horaire* vous accable, et l'unité aujourd'hui presque scientifique de l'horloge ou de la montre vous échappera certainement lors de votre premier examen, si vous ne vous êtes pas préparé à la voir, par quelque lecture à la fois historique, géométrique et physique.

C'est à cette courte lecture que ce préambule rapide se propose de suppléer.

La *machine horaire*, tel est le terme audacieux que les premiers artistes de l'horloge ou de la montre ont employé pour désigner l'objet de leurs efforts créateurs; par ce terme ils affirmaient nettement leur foi instinctive dans leur méthode spontanée; ils affirmaient ainsi que le problème auquel ils s'attaquaient est un simple problème de Mécanique physique, problème très parent en somme de celui auquel s'étaient attelés les fondateurs de la Physique moderne, Kepler, Galilée, Newton, Huygens. Ceux-ci avaient prévu, en effet, dans le ciel la réalisation la plus sûre de mouvements réguliers capables de contrôler toutes les machines horaires, et la mesure du temps elle-même.

Le poète et conteur américain Bret-Harte nous a bien raconté, avec sa fantaisie pittoresque et charmante, que toute montre a une âme aussi et que celle-ci ne s'accommode pas toujours avec l'âme du porteur de la montre; mais les grands et opiniâtres créateurs de la chronométrie au XVIIIe siècle : Harrison, Arnold et Earnshaw, fort heureusement, n'avaient pas encore eu le loisir de se préoccuper de la *psychologie des montres* lorsqu'ils résolurent de fournir aux navigateurs

Fig. 1. — *Pièces détachées d'une montre de poche.*
La toile d'araignée du spiral (au milieu de la dernière rangée) s'est exagérée dans la reproduction typographique, ne laissant voir que la courbe terminale du spiral dont les spires sont fondues.

les premières montres-marines de quelque précision ; hâtons-nous d'ailleurs d'ajouter que la psychologie des montres n'a pas encore pénétré dans les écoles d'horlogerie, et que, peut-être, il ne faut pas prendre la fantaisie de Bret-Harte trop à la lettre.

La figure 1 représente, photographiées, quelques pièces détachées d'une montre de poche de nos jours; sur la première rangée en haut, à gauche, on voit déroulé et détendu dans son barillet ouvert le gros et puissant ressort du rouage; à côté de lui l'organe de *l'arrêtage* et du remontage, la croix de Malte, puis des roues dentées, puis la tige de remontoir : ce sont là des pièces du gros rouage ; en bas, la dernière ligne des pièces détachées laisse voir la roue d'échappement et son ancre; puis le balancier, fendu après avoir été fondu : bague de laiton et acier soudés; c'est l'organe compensateur, qui a pour fonction de maintenir le rythme des vibrations du balancier aux températures diverses ; quant à ce *rythme* vibratoire du balancier d'où provient-il ?

Regardez non loin de lui, à droite, ce fin ressort en forme de spiral plat, qui sur la photo ressemble, quelque peu, à une toile d'araignée : c'est *l'âme* de la montre, c'est *l'organe réglant* de la montre de poche, c'est le spiral.

Ce fin ressort assure au balancier mobile sur son axe et sur le pivôt de cet axe une position d'équilibre bien déterminée; la position naturelle du balancier *dans la montre toute montée* peut être modifiée par un discret effort de votre main; accentuez l'effort tournant de votre main, vous augmenterez encore l'écart angulaire du balancier par rapport à sa position d'équilibre ; accentuez encore l'écart du balancier à sa position primitive d'équilibre, à son *point mort* comme disent les horlogers, vous sentirez dans votre main croître encore la résistance du spiral ; cet effort du spiral sur le balancier, qui le transmet à son tour à votre main, est un *effort tournant*, ou — comme disent les mécaniciens — c'est très approximativement *un couple*, et de plus l'intensité de ce couple est à très peu près proportionnelle à l'angle qui mesure l'écart du balancier *à son point mort*.

Pour résumer le rôle des organes réglants, on ne saurait mieux faire que d'emprunter le langage d'un fin régleur, Ernest Jaccard, malheureusement enlevé à son art alors qu'il était encore dans la force de l'âge en 1913 : « L'organe réglant est une masse oscillante conduite par un fin spiral qui maintient la masse vibrante dans un rythme dont la régularité très grande persiste malgré l'extinction inévitable et graduelle des amplitudes géométriques des dites vibrations. »

Un autre régleur compare l'organe réglant à une calme danseuse, gardant le rythme malgré la fatigue que lui imposent des frottements très variés ; à toute montre il faut une danseuse accomplie donnant le rythme, ce rythme résulte de la liaison du ressort spiral au balancier oscillant.

Ce rythme réglant des vibrations qui s'éteignent fut pour la première fois remarqué par Galilée, alors étudiant en médecine, devant les balancements réguliers d'une lampe de bronze suspendue à la voûte d'une cathédrale italienne. Le phénomène n'a rien de rare, il est au contraire très général et des plus communs ; mais cette régularité de rythmes vibratoires, *l'isochronisme*, comme disent aujourd'hui les physiciens qui en ont depuis longtemps apprécié l'importance, n'aurait pas suffi à constituer l'horlogerie ; historiquement l'horlogerie a dû résoudre au préalable un problème mécanique assez complexe et que les débutants s'assimilent malaisément. La danseuse dont le rythme doit scander le temps finit par s'arrêter épuisée ; sans doute on pourrait la laisser dormir, quitte à la réveiller pour des mesures utiles de durées assez courtes ; c'est ce que faisait Galilée lorsqu'il voulait mesurer la cadence du pouls d'un malade par la réalisation d'un synchronisme entre cette cadence et les battements d'un petit pendule dont il réglait rapidement la longueur, de manière à obtenir l'accord désiré des rythmes.

Mais *la mesure du temps* et *son enregistrement continu* ne pouvaient, comme le médecin, se résigner à des mesures interrompues par le sommeil ou le silence de l'organe réglant.

Il fallait, par un *choc réparateur*, donner au balancier oscillant une impulsion bienfaisante et de plus la donner rapidement, et *au bon moment* de manière à ne pas même troubler la durée de l'oscillation restaurée. Ce choc réparateur est réalisé par l'échappement.

L'échappement à ancre pour montres de poche est visible sur la dernière ligne de la figure 1, montrant à gauche ses deux parties superposées (en bas la roue d'échappement et au-dessus l'ancre). Cet échappement appartient à la catégorie créée par Arnold ; cette catégorie, créée pour les chronomètres marins, supprime toute communication entre le balancier et le rouage, sauf pendant la courte durée dans laquelle est fournie *l'impulsion réparatrice* ; ce rôle de l'échappement est ici rempli par la fourchette de l'ancre.

Au contraire, avant que l'instant de l'impulsion ne soit arrivé, l'un des bras inférieurs de l'ancre maintient l'arrêt de la roue d'échappe-

ment, le bec de la dent de la roue d'échappement se *reposant* alors sur une face d'un rubis, mais tout près de l'arête de l'angle dièdre formé par les deux faces du rubis; dès que le balancier, par sa cheville de plateau, vient heurter une joue de la fourche de l'ancre, l'ancre se met en mouvement; la face de repos, sur le rubis, se dérobe bientôt devant le bec de la roue d'échappement; celle-ci, excitée par le gros ressort du rouage, vient alors s'appuyer sur la facette inclinée du rubis; par cette facette la force du rouage actionne l'ancre dont la fourche actionne et rattrappe à son tour la cheville du plateau du balancier qui, par ce choc, reçoit l'impulsion réparatrice de l'usure d'énergie due aux frottements; dès que l'impulsion a été ainsi donnée au balancier, celui-ci active *librement* son oscillation, tandis que la roue d'échappement vient à nouveau buter et se reposer par le bec de sa dent sur une face de repos du second rubis.

Dans les montres de poche auxquelles se rapportent les photographies de la figure 1, l'échappement agit dans le voisinage de la position du point mort et à chaque oscillation simple du balancier; dans les chronomètres marins, l'échappement ne donnant le choc réparateur que toutes les deux oscillations simples est dit *à coup perdu*; au point de vue du comptage par l'oreille, il y a une oscillation muette.

II. — Le problème du réglage a la fin du XVIIIe siècle

Dans le sens le plus réaliste, *régler* une montre c'est lui assurer d'abord une marche aussi invariable que possible aux températures usuelles, entre autres 0° et 30°; c'est ensuite lui donner une marche aussi invariable que possible en toutes positions de la montre, et pour toutes les valeurs de l'amplitude de régime dans une latitude de variation assez étendue, et modifiable d'ailleurs par le régleur par la modification du degré d'armage du gros ressort de barillet (épreuve d'isochronisme).

Pour les chronomètres de poche aussi bien que pour les chronomètres navigants, le réglage aux températures fut un problème préliminaire indispensable; pour les horloges d'observatoires on eût pu simplifier le problème en s'efforçant, comme on le fait aujourd'hui à l'Observatoire de Paris, de placer les pendules directrices dans une salle de température à peu près constante, mais historiquement le problème complet du réglage a été envisagé sous ce double aspect.

Régler une *machine horaire*, c'est : 1° affranchir le plus possible sa marche des variations de température; 2° affranchir le rythme de l'organe réglant des variations accidentelles de l'étendue de l'amplitude de l'oscillation de l'organe réglant, variations qui peuvent se produire avec l'armage variable du ressort du gros rouage, ou par la vieillesse des huiles dans l'emploi des chronomètres marins; bornons-nous tout d'abord au problème du réglage tel que l'ont posé et résolu les artistes créateurs de la chronométrie de précision, et ensuite nous verrons comment le problème général des machines horaires peut aujourd'hui se poser, grâce surtout à la récente et grandiose découverte métallurgique de M. Guillaume.

§ 1. — D'Arnold et Pierre Le Roy à Phillips, Villarceau, Résal et Caspari

Dès la fin du XVIIIe siècle, Arnold et Earnshaw avaient résolu le problème de la compensation thermique, par la construction d'une bague bimétallique formée d'un anneau intérieur d'acier et d'un anneau extérieur de laiton; cette bague ayant été obtenue par fusion et soudure est ensuite systématiquement fendue et s'appuie alors sur la barrette comme sur un autre pont diamétral d'acier; ce pont est lui-même traversé par l'axe d'oscillation du balancier; cette bague dans les chronomètres marins, armée de quelques vis de réglage et de deux grosses masses compensatrices, subsiste encore de nos jours; les masses compensatrices ont disparu dans la bague des montres de poche.

C'est encore Arnold qui, vers la fin du XVIIIe siècle, devina les *premières méthodes mécaniques* du réglage des chronomètres; il employait exclusivement comme organe réglant le spiral cylindrique, qui, comme Huygens l'avait pressenti, possède une régularité d'action d'autant plus grande que le nombre de ses spires est lui-même plus grand.

Mais Arnold, pressé par la nécessité de perfectionner le chronomètre marin, devina que l'on peut beaucoup augmenter l'isochronisme d'un tel ressort en modelant ses extrémités aussi bien vers l'attache fixe (piton) que vers l'attache mobile au balancier (virole); ce modelage des courbes terminales d'Arnold resta longtemps mystérieux jusqu'au jour où Phillips, vers 1860, aperçut une définition géométrique simple et précise des mystérieuses courbes terminales d'Arnold et cela à la grande satisfaction des régleurs de tous pays. Il est utile de préciser deux résultats forts importants visés par la méthode de Phillips et de fixer la précision avec laquelle les résultats de Phillips ont été obtenus. Si u_0 est la semi-amplitude de marche du balancier mesurée en radians, si P est l'étendue angulaire

du spiral cylindrique à l'état naturel, la portion régulière des spires reste circulaire à l'approximation de $\frac{u_0}{p^2}$; et, à la même approximation, les réactions de chaque encastrement sur le spiral sont un couple pur identique au moment transmis par la virole au balancier; ce dernier a pour valeur $-\frac{EI}{L}u$, pour l'écart u du balancier.

Enfin le centre de gravité du spiral modelé en courbes terminales symétriques demeure sur l'axe du balancier, et la déformation statique du ressort spiral reste une déformation de flexion simple. A retenir que le calcul de Phillips néglige toutes actions longitudinales élastiques du ressort; sans doute celles-ci ne fournissent pas de moment par rapport à l'axe du balancier, mais elles peuvent modifier les pressions sur la tête du pivot de cet axe.

A côté de la découverte de l'Anglais Arnold, il est juste de rappeler que le Français Pierre Le Roy a réalisé un isochronisme pratique du spiral purement cylindrique; sa méthode, précisée et justifiée par Caspari, consiste à donner tout simplement au spiral cylindrique une étendue angulaire égale à un multiple impair et suffisamment élevé de quarts de tour; en d'autres termes : l'étendue angulaire P du ressort est $P = (2n \pm 1)\frac{\pi}{2}$ radians (n étant un nombre entier).

Mais cet isochronisme approché est un isochronisme qui n'est pas sinusoïdal, ce qui lui enlève une partie de sa sécurité à l'égard des perturbations secondaires des frottements, surtout pour l'inconstance des frottements due à la vieillesse des huiles.

A côté des travaux de Phillips, et quoique moins connus des horlogers, les travaux théoriques de Villarceau sont venus éclairer les géniales divinations d'Arnold et fournir une théorie d'ensemble sur la compensation aux températures. C'est encore à Villarceau, semble-t-il, que l'on doit cette remarque, qu'un frottement constant n'introduit aucune perturbation sérieuse dans l'isochronisme des vibrations qui ont la régularité pendulaire, et alors même que celles-ci ne sont pas entretenues. J'aurai l'occasion, à la fin de cet article, de compléter et de généraliser cette précieuse remarque et de rattacher ainsi à la remarque si simple de Villarceau des conséquences pratiques très intéressantes pour la chronométrie et pour diverses mesures physiques nouvelles.

Pour l'instant, complétons le rappel des études théoriques de la chronométrie qui ont surgi en France de 1860 à 1876 à la suite des travaux de Phillips.

Résal, plus préoccupé, il est vrai, du ressort du gros rouage que du délicat spiral réglant, a remarqué que la théorie mathématique d'un spiral plan, circulaire à l'état naturel, peut se rattacher très simplement à l'étude de la flexion plane; cette remarque, qui ne devait pas être d'une très grande utilité pour l'étude pratique et fort pénible du ressort de barillet, fut pieusement recueillie par Caspari qui admirait beaucoup Résal et me l'a souvent répété.

En suivant ainsi, pas à pas, la marche des calculs de Résal, Caspari eut la bonne fortune d'y rattacher une intéressante justification de la méthode de Le Roy.

Ces justifications théoriques, en retard de plus d'un siècle sur l'œuvre des inventeurs, ont néanmoins grandement intéressé les horlogers; mais aux travaux chronométriques que nous venons de citer nous devons ajouter la plus importante des découvertes de Phillips.

Reportons-nous une dernière fois à la photographie de la figure 1, et regardons-y encore le petit balancier compensateur des montres, et sa bague bi-métallique fendue.

Que cette bague soit fendue, c'est, comme nous l'a appris Villarceau, une nécessité impérieuse pour le mécanisme même de la compensation thermique, mais que cette bague soit fendue c'est là aussi une circonstance très inquiétante pour cette sécurité de l'isochronisme que nous réclamons aujourd'hui avec juste titre aux machines horaires de haute précision; voici en effet le danger de la bague fendue constituant le balancier compensateur. Cette bague est nécessairement déformable dans le cours même d'une oscillation du balancier; or parmi les forces capables d'accentuer cette déformation figure la force centrifuge, variable avec la vitesse angulaire du balancier; d'ailleurs, cette perturbation sera surtout sensible sur les chronomètres marins, eu égard à la grosseur de leurs masses compensatrices; Phillips fit le calcul de cette déformation, modifiant d'un instant à l'autre, dans une même oscillation, le balancier réglant et son moment d'inertie; puis Phillips compléta ce calcul en cherchant la variation que cette perturbation peut apporter à la durée même de l'oscillation lorsque l'amplitude de régime de la montre vient à varier; comme on le fait d'habitude, Phillips rapporta le résultat du calcul non pas à une vibration isolée, mais à la durée d'un jour complet, soit 86.400 secondes du temps solaire moyen; or ce calcul de Phillips nous apprend que, pour une variation de la semi-amplitude de l'oscilla-

tion du balancier passant de 1 à 3 quarts de tour, un chronomètre marin du calibre et du type de ceux qui étaient alors en usage dans la marine devait accuser un retard diurne dépassant 12 secondes.

Cette perturbation d'isochronisme est la plus forte de celles que l'on connaissait, et jamais elle n'avait été soupçonnée dans la pratique de l'horlogerie.

La conclusion de ce calcul devait rendre pessimistes les horlogers qui en eurent connaissance : « A quoi bon, en effet, rechercher le degré le plus élevé d'isochronisme ? » lorsque le balancier réglant, lui-même, produit un pareil anisochronisme.

§ 2. — **La solution par les aciers au nickel**

On voit donc dans quelle dépendance le réglage mécanique proprement dit se trouve vis-à-vis du problème de la compensation thermique et de la solution que des chronométriers de génie lui avaient donnée.

Il faut d'ailleurs rappeler que la compensation aux températures extrêmes laisse subsister une erreur aux températures moyennes; on a cherché d'abord à atténuer cette *erreur secondaire* par des dispositifs compliqués et peu sûrs, — des bibelots mécaniques comme les appelait Cornu, — jusqu'au jour où la métallurgie des aciers au nickel, ayant réussi d'abord à faire presque disparaître l'erreur secondaire, avait pu, tout au moins dans les montres de précision moyenne, remplacer la bague bi-métallique fendue dont les méfaits, nous venons de le voir, semblaient devoir limiter à jamais l'isochronisme et la précision des chronomètres.

Un nouveau progrès métallurgique a mis fin aux caprices des invars; grâce à la découverte de M. Guillaume confiant la compensation tout simplement à la création métallurgique d'une molécule physique nouvelle, l'audacieuse *méthode mécanique* d'Arnold et d'Earnshaw, si géniale à son heure, va pouvoir être abandonnée.

L'heure de la transition a exigé une transaction momentanée avec l'affixe compensateur de M. Ditisheim qui, sur une petite portion de la bague rigide, a quelque peu violé la pureté de la méthode nouvelle, mais la portion du jeu ancien de la compensation, ainsi réapparu dans des réglages de la période de transition, est relativement faible.

Admettons donc ici que la période de transition soit définitivement franchie et voyons dans quelles directions le problème mécanique du réglage débarrassé de la bague déformable peut se poser aujourd'hui.

Le modelage des courbes terminales d'Arnold précisées par Phillips reste, dans les machines horaires fondées sur l'élasticité, et *qui n'emploient qu'un seul spiral réglant*, le procédé le plus rapide et le plus simple entre les *mains d'un régleur habile* et, si on se limite à un seul spiral, je n'aurais rien de plus à dire.

Il y a cependant des problèmes de mécanique de précision, déjà assez nombreux, pour lesquels se posent des problèmes identiques à celui du réglage, et pour lesquels on ne peut pas demander aux fabriques de spiraux un changement d'échelle de fabrication ; *il y a, dis-je, des problèmes de mécanique expérimentale qui exigent l'emploi de spiraux multiples associés*, et de ces problèmes il y en aura de plus en plus dans les instruments de mécanique expérimentale de haute précision.

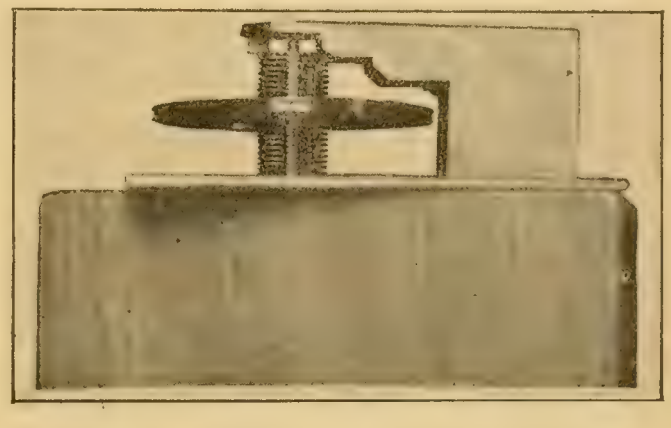


Fig. 2. — *Mon premier spirale double, publié en* 1911.

C'est pour ces problèmes surtout que je vais exposer les propriétés encore peu connues des spiraux associés.

III. — Propriétés des spiraux associés

La figure 2 montre l'ajustage de mon premier spiral double, sur un rustique support d'étude, que m'a construit autrefois Ernest Jaccard, mon regretté collaborateur de la première heure, avec qui mon modeste laboratoire d'alors s'est dévoué scientifiquement et financièrement pour l'enseignement de la chronométrie à l'époque où le budget de l'Etat ne daignait pas encore s'y intéresser.

On a pris un spiral cylindrique d'étendue angulaire égale à un multiple impair de demi-tours; en le sectionnant, on a obtenu deux spiraux de

Le Roy à peu près identiques; si on donne à ce doublet même plan intermédiaire de viroles, ce doublet possède la propriété suivante, quelle que soit la disposition relative des viroles :

Il transmet au balancier un moment mécanique différent du double du moment que transmettrait chaque portion munie de courbes terminales, et ce moment, proportionnel à l'angle d'écart du balancier au point mort, a pour valeur : $-2\frac{EI}{L}u\left(1+\frac{4}{P^2}\right)$. Les termes irréguliers non isochrones se détruisent rigoureusement à une approximation relative de l'ordre de $\frac{u}{P^3}$, aisément réalisable jusqu'à l'ordre de $\frac{1}{10^6}$ ou du millionième.

Je laissai dormir ces résultats, qui n'avaient *alors* que peu d'intérêt pour la chronométrie ; ces résultats nouveaux étaient empruntés à la théorie de Résal-Caspari, dont Caspari avait tiré la justification de la méthode d'isochronisme de Pierre Le Roy en 1876.

En 1920, ayant besoin de connaître la position du centre de gravité de divers doublets associés, j'eus l'occasion de reprendre de près le mémoire de Caspari, et je trouvai une grave erreur dans sa méthode d'approximation; j'eus un instant peur, d'abord pour la belle justification de la méthode de Pierre Le Roy et ensuite pour les vertus que j'en avais tirées à l'actif de ce spiral double en 1911 ; je rectifiai la position attribuée par Caspari au centre de gravité du spiral cylindrique et je repris son calcul relatif à la méthode de Le Roy ; après avoir tenu compte des termes méconnus par Caspari, j'eus la joie de reconnaître que ces termes fournissent dans la valeur du moment transmis au balancier des termes qui en dérivent individuellement, mais dont la somme est rigoureusement nulle : la justification de la méthode de Le Roy était sauvée.

Quant à la rectification de la position du centre de gravité (écart transverse) d'un spiral cylindrique non déformé par aucune courbe terminale, elle est précisée aux pages 61 et 63 de mon récent volume sur *Les organes réglants des chronomètres* (Magron, éditeur, Bienne et Besançon, 1922).

Elle acquiert surtout de l'importance lorsqu'on veut préciser les frottements dans divers doublets susceptibles d'être essayés dans des chronomètres marins ; mais je ne m'arrêterai pas sur les applications et les essais qui peuvent être tentés sur de simples doublets.

Les conséquences les plus fécondes, soit pour une théorie approfondie des nouveaux types de machines horaires, soit pour la métrologie des déterminations expérimentales des résistances passives, appartiennent à des associations de spiraux un peu plus complexes, si l'on veut éviter les réactions élastiques longitudinales des ressorts réglants qui jusqu'ici ont échappé à tous les théoriciens de l'élasticité. En revanche, nous allons trouver une moisson de faits nouveaux susceptibles d'augmenter la précision et la puissance de la Mécanique expérimentale.

IV. — NOUVELLES RECHERCHES DE CHRONOMÉTRIE ET DE MÉCANIQUE SUR LES SPIRAUX ASSOCIÉS.

(*Elles me font rechercher et construire une balance des frottements au millième, elles provoquent une vue d'ensemble sur les problèmes actuels des machines horaires et fournissent un instrument propre à résoudre un problème physique nouveau relatif aux viscosités.*)

C'est en automne 1920, et grâce à des renseignements inattendus, que j'ai pu orienter nettement des efforts efficaces dans une voie où j'avais tout d'abord hésité et tâtonné.

C'est au regretté, à l'éminent chimiste Philippe Guye de Genève, et aux renseignements très discrets qu'il m'avait révélés au seuil de l'année 1920, que je dois d'avoir pu m'orienter dans le modeste domaine de la Mécanique du réglage que je défriche encore aujourd'hui.

Comme je lui avais déclaré un jour que je me désintéressais des applications purement chronométriques des spiraux associés depuis que j'avais appris d'une manière positive que la disparition du balancier coupé d'Arnold ne concernait pas les montres de précision, brusquement il m'interrompit en ces termes :

« Pour l'instant, pas encore; mais je ne trahis « aucun secret en vous annonçant que nous mar- « chons nettement vers ce but ; certainement « nous y arriverons, nous y arrivons bientôt. »

Dix mois plus tard, j'apprenais que M. Guillaume venait de publier sa mémorable découverte d'abord à Neuchâtel à la Société helvétique des Sciences naturelles, puis dans sa conférence de Mulhouse.

On pouvait dès lors, dans le domaine de la Mécanique appliquée aussi bien que dans celui de la chronométrie, se remettre à la poursuite de systèmes élastiques réglants assurant un isochronisme beaucoup plus serré que celui toléré par le balancier compensateur plus que centenaire d'Arnold.

Je comptais pouvoir en 1921 et 1922 entreprendre et achever le montage de balances spirales à flotteur, et envisager ensuite le montage de

machines horaires uniquement fondées sur l'élasticité, chronomètres fixes fonctionnant tout d'abord à température constante, et avec le concours de chronométriers bien entendu, particulièrement dans le but de déterminer expérimentalement et pour la première fois la seule petite perturbation d'isochronisme restante due à l'inertie des spiraux. Mais, en vue de pouvoir élucider par une discussion expérimentale décisive la distinction de l'isochronisme séculaire ou à longue période et de l'isochronisme immédiat, j'ai dû tout d'abord aborder cette question préliminaire : *la réalisation d'une balance* capable de peser les frottements à l'approximation du millième; je reproduis un peu plus loin une photographie de cette réalisation dans mon laboratoire.

Mais je crois devoir, avant de terminer cet exposé, et en m'inspirant d'une idée de Villarceau signalée plus haut, préciser comment se pose aujourd'hui *le problème* des chronomètres fixes ou horloges élastiques et établir la connexité actuelle de ce problème avec le problème des viscosités ou frictions entre solides et liquides.

§ 1. — Isochronisme de vibrations non entretenues et décalage de l'échappement dans les mouvements vibratoires entretenus

Envisageons un système isochrone de ressorts réglants, c'est-à-dire produisant la force de rappel, strictement — je veux dire au millionième près — proportionnelle à l'écart du balancier au point mort, et demandons-nous, en généralisant la remarque de Villarceau, quelles sont les résistances passives qui, tout en éteignant peu à peu le mouvement, laissent les vibrations *parfaitement isochrones* ?

Nous trouvons pour ces résistances :

1° Le frottement constant; 2° la résistance visqueuse ou proportionnelle à la vitesse ; 3° la combinaison des deux résistances précédentes; 4° la résistance proportionnelle à la valeur absolue de l'écart au point mort ; 5° la combinaison de la précédente avec la résistance visqueuse.

Remarque essentielle : la combinaison de la résistance 4 et de la résistance 1 supprime l'isochronisme assuré de la vibration non entretenue.

§ 2. — Conséquences et réalisations

1re *Conséquence* : Un système de 8 ressorts convenablement ajustés, mais deux à deux de configurations symétriques et deux à deux de configurations identiques, et dont chacun est séparément en équilibre en la même position du balancier, réalisera rigoureusement des vibrations isochrones.

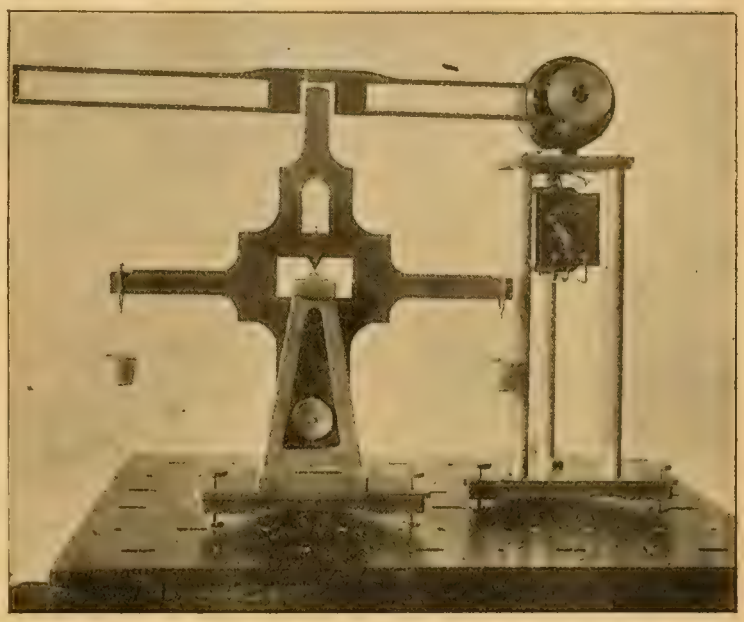


Fig. 3. — *Balance pour la pesée des frottements de glissement* (en construction).

2e *Conséquence* : Le même système de ressorts agissant sur un balancier à flotteur réalise des vibrations isochrones non entretenues, alors même qu'agissent sur lui les 3 résistances passives : *a*) viscosité entre flotteur et liquide; *b*) frottement supplémentaire de glissement entre liquide et flotteur et si ce frottement, à un même niveau du flotteur, est constant; *c*) frottement résiduel possible sur la tête conservée du pivot de l'axe du balancier.

3e *Conséquence* : Un balancier isochrone à flotteur, soumis aux seules résistances *a* et *b*, mais dont on photographie les amplitudes successives (à l'aide d'un collimateur à axe vertical et d'un prisme à réflexion totale monté sur le flotteur), fournira :

A) avec les résistances *a* et *b* simultanées, la réduction de semi-amplitude suivant la loi :

$$(u_n + \varphi) = (u_0 + \varphi)\,\Pi^n;$$

B) avec la seule résistance *a*, la réduction de semi-amplitude suivant la loi :

$$u_n = u_0 \Pi^n,$$

H désignant un nombre moindre que 1 et lié à l'amortissement de viscosité [1].

4e *Conséquence* (intéressant physiciens et mécaniciens; et simple corollaire de la précédente) : Le montage de balances spirales permet d'élucider photographiquement le problème physique suivant :

Les frictions tangentielles entre solides et liquides par glissements concentriques sont-elles viscosités pures ou bien une viscosité accompagnée d'un frottement constant ?

Les enregistrements photographiques des réductions A) ou B) fourniront la réponse à cette question.

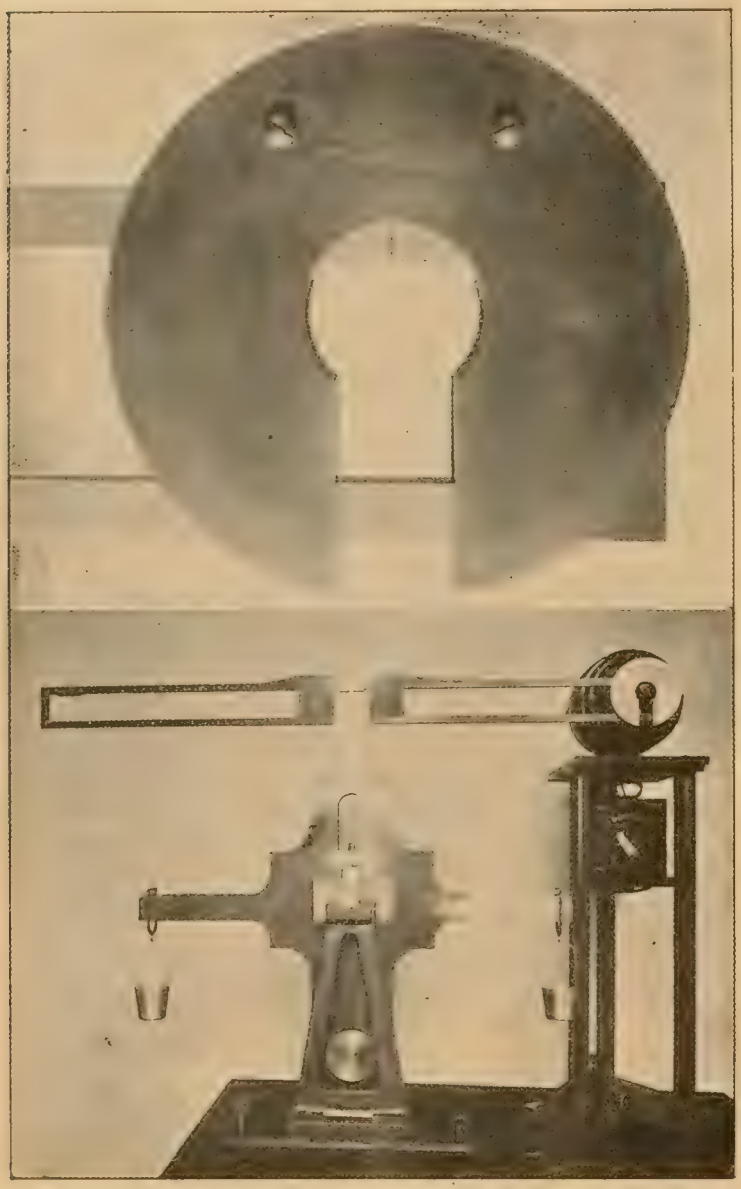


Fig. 3bis. — *La même balance terminée.*
En haut, le disque chargeur, vu en plan.

5e *Conséquence* : Dans les machines horaires des types généraux précédents et pour lesquelles, d'ailleurs, il est recommandable de disposer un échappement (électrique ou non, mais agissant par impulsions couplées), il est possible, dis-je, de mettre l'organe réglant à l'abri des effets de la vieillesse des huiles.

Il suffit, pour les frottements intimes de l'organe réglant, de s'en tenir aux frottements à sec : le frottement ici est alors constant; et dans le cas d'un flotteur, il suffit de maintenir la machine horaire à température constante : les coefficients de viscosité sont alors constants.

Dès lors, si par la vieillesse des huiles du gros rouage, le choc réparateur de l'échappement varie d'intensité, on se mettra à l'abri des effets de cette variation en décalant le centre de phase de l'échappement en arrière de l'oscillation en cours; ce décalage, étant lié aux frottements constants propres à l'organe, ne variera donc pas malgré les effets de la vieillesse des huiles qui ne portent plus que sur le gros rouage.

On voit ici un cas pratique où la connaissance suffisamment exacte d'un coefficient de frottement est nécessaire pour réaliser cette adaptation de l'échappement.

V. — BALANCE POUR LA PESÉE DES FROTTEMENTS DE GLISSEMENT A L'APPROXIMATION DU MILLIÈME [1]

Une balance double (fig. 3); le fléau principal en croix porte, par son couteau supérieur, un second fléau d'environ 1 mètre de longueur, dit fléau frotteur, qui porte en effet sous son bras supérieur horizontal de droite la plaque de frottement expérimentée, sertie et maintenue dans un assemblage en aronde ; le plan prolongé de cette plaque frottante passe par l'arête du couteau supérieur

1. Dans mes conférences sur les mathématiques de l'ingénieur et dans mon petit volume sur les organes réglants, j'ai précisé les calculs auxiliaires de l'enregistrement des vibrations A (pages 19-23 de ce dernier volume ; Magron, éditeur, Bienne et Besançon).

1. Construite au Laboratoire de Mécanique de Besançon par J. Andrade et Armand Simonet, mécanicien de précision.

du bras vertical du gros fléau ; le système des fléaux exécute de lentes oscillations à 2 degrés de liberté.

A l'extrémité du fléau frotteur, un disque annulaire sectionné en deux et un segment cylindrique entre disque formant un tout invariable, constituant un poids de surcharge d'environ 600 grammes ; pour faciliter l'accrochage et le décrochage de ce disque chargeur, les disques ont été ouverts radialement en bas ; le disque chargeur est destiné à produire la pression génératrice du frottement ; la seconde surface frottante est tournée en poulie plate, placée coaxialement sur l'arbre d'un petit moteur électrique de machine à coudre.

La verticalité de la ligne des couteaux du gros fléau se vérifie à l'aide d'un fil à plomb parallèle très voisin à la ligne des deux couteaux et traversant le pont de support du couteau central du gros fléau.

L'ajustage en équerre du fléau frottant et de l'arbre moteur exige des repérages minutieux qui ne peuvent être décrits à fond dans cet article, utilisant divers autres fils à plomb, un viseur et une longue règle bien dressée horizontale, permettant au besoin de suppléer au viseur. Le moteur mis en marche et l'arbre tournant dans le sens des aiguilles d'une montre, peu après l'accrochage (sans ébats) du disque de charge, et après vérification du repère de frottement, le fléau frotteur est happé vers la droite ; on rétablit l'équilibre avec une tare, lentement versée dans le plateau de gauche du gros fléau, tandis qu'on observe soit à la loupe, soit avec un viseur, la position du repère du fléau frotteur par rapport à l'arbre. L'équilibre établi, on mesure à une bonne petite balance le poids T de la tare; le système général *étant*, sauf les plateaux, *monométallique* (fonte et acier), on a mesuré une fois pour toutes à une température quelconque la distance verticale h des deux couteaux centraux du gros fléau et la distance horizontale d du gros couteau central au couteau du plateau de tare ; le frottement pesé a pour valeur $T \times d/h$; le poids Q du disque de charge, connu, détermine le coefficient de frottement $f = \frac{T}{Q} \times \frac{d}{h}$.

Jules Andrade,
Correspondant de l'Institut,
Professeur à la Faculté des Sciences
de Besançon.

RÉFRACTION ET DISPERSION MOLÉCULAIRES [1]

IV. — Etude des éléments perturbateurs

Les nombreuses études entreprises sur la réfraction moléculaire ont permis d'établir l'existence d'un certain nombre d'éléments perturbateurs que nous allons étudier successivement :

A) les liaisons doubles conjuguées;

B) les liaisons triples conjuguées, entre elles ou avec des liaisons doubles;

C) les radicaux négatifs;

D) la cyclisation;

E) les liaisons doubles semicycliques;

F) les groupes doubles.

§ A. — Les liaisons doubles conjuguées

Les expériences de Gladstone et Dale, expliquées par Brühl ainsi que nous venons de le voir, ont fait ressortir que les degrés de saturation doivent intervenir dans la formule d'additivité ; mais l'examen d'un grand nombre de composés polyéthyléniques montra que dans certains cas l'exaltation moléculaire, au lieu d'être sensiblement nulle, acquérait une valeur trop élevée, la différence pouvant atteindre plusieurs unités. Ces cas correspondent à l'existence dans la molécule de ce que l'on appelle des « liaisons doubles conjuguées » —C=C—C=C—.

Ce fut Gladstone lui-même qui pressentit l'influence de ces conjugaisons, mais sans approfondir son idée [1]. Nasini [2] également, au cours d'études sur des composés aromatiques, fut amené à dire qu'une liaison double devait se trouver en position $\alpha\ \beta$ dans une chaîne latérale pour que l'exaltation apparaisse. Il démontra son idée en comparant les exaltations fournies par des dérivés aromatiques à liaison double en $\alpha\ \beta$ et à liaison double en $\beta\ \gamma$ ou $\gamma\ \delta$. A partir de 1886, Brühl publia un grand nombre de travaux sur cette question et montra que les corps anormaux, même non aromatiques, sont caractérisés par une dispersion énorme [3]. Enfin Eykman [4] arrivait à la même conclusion en étudiant comparativement les dérivés allyliques et

1. Voir le commencement de cet article dans le n° du 30 juillet 1922, p. 432.

1. *Proc.*, t. XXXII, p. 327 (1881).
2. *Rend. Linc.*, [4], t. I, p. 78 (1885).
3. Brühl a publié un résumé de ses 16 années de travaux sur cette matière, voir *Ber.*, t. XL, p. 878, 1153 (1907). On y trouvera des détails sur les différents cas de conjugaisons.
4. *Ber.*, t. XXII, p. 2796 (1889); t. XXIII, p. 855 (1890).

propényliques et, d'une manière plus générale, les dérivés du cinnamène à liaison double en Δ_1 et Δ_2.

En 1891, Brühl a publié la première recherche systématique sur les relations entre la composition chimique des corps et leur aptitude à disperser la lumière. Il montra qu'il existe entre la composition chimique et la « dispersion moléculaire » un lien analogue à celui existant entre la réfraction moléculaire et la constitution. Il montra que dans les cas où deux groupes C = C, ou un groupe C=C et un groupe C=O sont conjugués, formant des squelettes C = C — C = C ou C=C—C=O, il y a accroissement de la réfraction moléculaire et tout particulièrement aussi de la dispersion moléculaire. Il établit aussi que les réfractions moléculaires exaltées se présentent non seulement dans des classes de substances offrant un fort pouvoir dispersif, mais aussi chez des corps de pouvoir dispersif relativement faible, comme par exemple l'acroléine. L'expérience fit également connaître des substances de très fort pouvoir dispersif qui sont optiquement normales, ne contenant pas de conjugaisons.

Depuis 1900, de très nombreuses études ont été engagées sur ces questions, si bien que dans l'état actuel de nos connaissances, il faut envisager une série de cas :

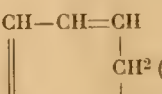
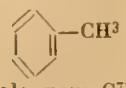
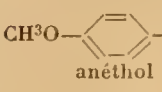
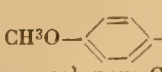
1° Conjugaisons entre liaisons doubles ne reliant que des atomes de carbone ;

2° Conjugaisons entre liaisons doubles reliant des atomes de carbone et d'autres éléments, ou d'autres éléments seulement ;

3° Conjugaisons entre une liaison double et un atome incomplètement saturé, et entre éléments non saturés.

1. — *Conjugaisons entre liaisons doubles ne reliant que des atomes de carbone*

a) *Conjugaisons réelles.* — L'influence de ces liaisons doubles conjuguées ressort nettement lorsqu'on compare la réfraction moléculaire de corps qui en comportent et celle d'isomères n'en contenant pas, mais possédant un nombre égal de liaisons doubles, c'est-à-dire possédant des liaisons doubles dites « isolées » :

	R_α	R_D	R_β-R_α	R_γ-R_α
$CH^3—CH=CH—CH=CH—CH^3$ isodiallyle [1]	29,87	30,79	0,92	1,46
$CH^2=CH—CH^2—CH^2—CH=CH^2$ diallyle [2]	28,77	29,40	0,63	1,00
calc. pour C^6H^{10} [2]	28,89	»	»	1,05
 CH^2 (tropilidène)	31,57	32,57	1,00	1,62
 $—CH^3$ (toluène)	30,79	31,63	0,84	1,36
calc. pour C^7H^8 [3]	30,89	»	»	1,25
CH^3O  $—CH=CH—CH^3$ anéthol	47,70	50,65	»	2,95
CH^3O  $—CH^2—CH=CH^2$	45,95	47,99	»	2,04
cal. pour $C^{10}H^{12}O$ [4]	45,89	»	»	1,75

Les trois cas cités de l'isodiallyle, du tropilidène et de l'anéthol montrent l'influence de la conjugaison ; le diallyle, le toluène et le *p*-allylanisol démontrent la normalité des molécules à liaisons doubles isolées [1]. D'ailleurs, Brühl a montré la normalité du corps éthylénique le plus simple : l'éthylène [2]. De même les liaisons doubles contiguës sont sans influence ; ainsi pour le diméthylallène $(CH^3)^2C=C=CH^2$, Brühl a trouvé RM_D 24,32 alors que la théorie est 24,33 [3].

En ce qui concerne les corps à liaisons doubles isolée, on ne connaît actuellement aucun corps aliphatique qui enfreigne la loi de normalité [4] ; nous verrons plus loin que certains dérivés alicycliques font exception à la règle.

Par contre, on connaît des corps à systèmes conjugués qui se comportent comme des substances à liaisons doubles isolées, et, qui plus est, on connaît même des systèmes conjugués donnant lieu à une dépression au lieu d'une exaltation.

Mais, avant d'examiner ces deux cas, il nous faut nous intéresser à deux ordres de phénomènes : 1° à l'action des substituants dans le complexe $\underset{c}{—CH}=\underset{a}{CH}—\underset{b}{CH}=\underset{d}{CH}—$ sur l'influence de la conjugaison (conjugaisons troublées) ; 2° à l'action des systèmes conjugués les uns sur les autres (conjugaisons accumulées et croisées).

1° *Conjugaisons troublées* [5]. — Rappelons, pour

1. Eykmann : *Ber.*, t. XXIII, p. 855 (1890) ; t. XXV, p. 3069 (1892).
2. Brühl : *Ann. d. Ch.*, t. CC, p. 139 (1880) ; *Z. f. phys. Ch.*, t. VII, p. 140 (1891).

1. Dans le calcul des valeurs théoriques, il faut tenir compte de l'époque à laquelle ces mesures ont été faites et par suite des réfractions atomiques en honneur à ce moment.
2. *Z. f. physik. Ch.*, t. I, p. 335 (1887) ; t. V, p. 19 (1891). Il en est de même à l'état liquide [Liveing et Dewar : *Phil. Mag.*, 209 (1892)].
3. *Lieb. Ann.*, t. CC, p. 183 (1880).
4. Von Auwers et Moosbrugger [*Annalen*, t. CCCLXXXVII, p. 167 (1912)] ont étudié en particulier un très grand nombre de diènes et de triènes aliphatiques, ainsi que d'autres corps comportant jusqu'à six liaisons doubles isolées, sans trouver le moindre écart.
5. Voir en particulier *Ber.*, t. XLIII, p. 806 (1910) : voir aussi K. Auwers et F. Eisenlohr : *J. f. pr. Ch.*, [2], t. LXXXII, p. 65-180.

expliquer ce qui va suivre, que l'on appelle « atomes de carbone médians » les atomes (*a*) et (*b*), et « atomes de carbone latéraux » les atomes (*c*) et (*d*).

Auwers et Eisenlohr [1] ont entrepris une série de recherches sur cette action. Leurs travaux ont concerné des substitutions par des groupes alcoyle. Ces auteurs ont résumé leurs recherches de la façon suivante :

1° L'action exaltante du système conjugué —CH=CH—CH=CH— est affaiblie d'une façon tout à fait générale par la perturbation que représente la fixation d'une chaîne latérale sur ce système. Le degré d'affaiblissement dépend de la position, de la nature et du nombre des substituants; plusieurs perturbations peuvent faire cesser totalement l'anomalie.

2° Les combinaisons appartenant à un type déterminé, avec système conjugué perturbé, présentent des exaltations de la réfraction et de la dispersion spécifiques, qui sont constantes [2].

Les nombres suivants viennent à l'appui de ces conclusions :

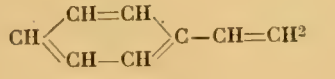
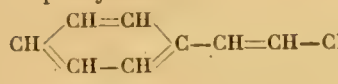
Conjugaisons		$E\Sigma_\alpha$	$E\Sigma_D$	$E\Sigma_\gamma - E\Sigma_\alpha$
carbures acycliques	sans perturbations	1,6env	1,8env	50 °/o
	1 perturbation	0,7env	1,1	—
cinnamènes	1 perturbation	0,85	1,0	45
	2 —	0,45	0,55	30
	3 —	0,30	0,35	20

Il faut ajouter à ce qui précède qu'un substituant donné diminue plus fortement l'exaltation de la réfraction moléculaire lorsqu'il est placé sur l'un des atomes de carbone médians que lorsqu'il se trouve sur l'un des atomes latéraux.

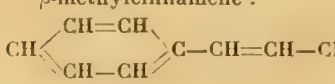
Mais ces règles ne sont valables que pour des restes hydrocarbonés intervenant comme substituants perturbateurs : von Auwers a, par suite, entrepris une étude précise de l'effet de substitution par des groupements oxygénés dans le but de permettre à la réfractométrie de répondre sans ambiguïté aux questions de tautomérie [3]. Les travaux de von Auwers sur ce point peuvent se résumer de la manière suivante : des substituants oxygénés tels que OH, OAlc, OAc, se fixant sur l'un des atomes de carbone latéraux d'une conjugaison, renforcent son action exaltante. Si, au contraire, le groupe oxygéné se place sur l'un des atomes de carbone médians du système, son influence est moins marquée et est variable. La substitution de R par OR dans les cinnamènes du type C^6H^5—CH=CH—R (cinnamanes) augmente l'exaltation aussi bien de la réfraction que de la dispersion de 60-70 °/o, tandis que dans les cinnamènes du type C^6H^5 — CR=CH^2, la même substitution modifie à peine le pouvoir réfringent ou n'accroît que d'environ 1/3 le pouvoir dispersif. De plus, l'action optique des différents radicaux oxygénés n'est pas la même dans tous les cas ; en général OH est le plus efficace, puis OAlc et enfin OAc quand Ac est un groupe acylé aliphatique.

2° *Conjugaisons accumulées et croisées* [1]. — Si l'influence optique d'une conjugaison est modifiée par des substituants, elle est également modifiée par une autre conjugaison. A ce point de vue, on distingue deux cas : les conjugaisons accumulées et les conjugaisons croisées.

Par conjugaisons accumulées on entend la constitution d'un groupe C=C—C=C—C=C—C=C tel que les atomes de carbone latéraux de chacune des conjugaisons soient contigus et par suite engendrent une troisième conjugaison. Les systèmes conjugués accumulés du type précédent provoquent des exaltations d'une valeur en général *triple* de celle d'une conjugaison simple, ainsi que le montre l'exemple suivant :

	$E\Sigma_D$	$E\Sigma_{\gamma-\alpha}$
cinnamène : 	+1,13	+45°/o
phénylbutadiène : 	+3,69	+130°/o

Par conjugaison croisée, on entend au contraire la fixation sur l'un des atomes de carbone du système conjugué d'une chaîne latérale comportant une liaison éthylénique en $\Delta_{1\cdot 2}$ par rapport au système conjugué ; c'est, somme toute, une conjugaison troublée d'un genre spécial, telle que la liaison double de la chaîne latérale forme avec une des liaisons doubles du système conjugué une nouvelle conjugaison. Dans ce cas, la variation des exaltations est extrêmement faible et l'effet reste sensiblement celui d'une conjugaison simple comme le montre l'exemple suivant :

	$E\Sigma_D$	$E\Sigma_{\gamma-\alpha}$
β-méthylcinnamène : 	+1,19	+48°/o

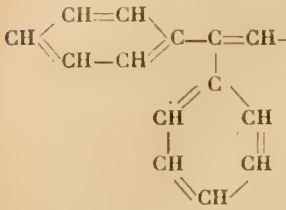
1. *J. f. pr. Ch.*, [2], t. LXXXII, p. 65-180.

2. Les auteurs espèrent ainsi accroître les possibilités d'emploi de la réfractométrie pour des déterminations de constitution. Voir aussi Auwers et Westermann : *Ber.*, t. LIV, p. 2993 (1921).

3. *Ber.*, t. XLIV, p. 3514-24 (1911). Le mémoire est intitulé « Sur la spectrochimie des énols et des dérivés énoliques ».

1. Sur cette question, voir tout spécialement Von Auwers et Eisenlohr : *J. f. prakt. Ch.* [2], t. LXXXIV, p. 37 (1911); *Zentr. B.*, 1911, t. II, p. 518 et 521.

α-phényl—β-méthylcinnamène :

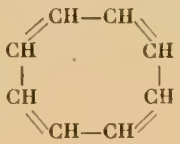


+1,01 +38 %

b) *Systèmes conjugués neutres.* — Par systèmes conjugués neutres on entend des systèmes comportant des conjugaisons, devant par conséquent donner des nombres anormaux, et conduisant au contraire à des nombres en parfait accord avec la loi d'additivité. Le type de ces systèmes conjugués neutres est le benzène [1], , dont les exaltations spécifiques sont :

$$E\Sigma_\alpha = -0,18 \text{ et } E\Sigma_D = -0,18$$ [2]

Un autre exemple est le cyclooctatétraène [3] :



	R_D
trouvé	35,20
calc. C^8H^8 [4]	35,24

Cette neutralité disparaît si, sur le noyau benzène par exemple, on vient fixer un groupement éthylénique créant une conjugaison réelle avec l'une des liaisons doubles du système neutre. Un exemple est naturellement le cinnamène :

$$EM_\alpha \quad +1,00 \qquad E(M_\gamma - M_\alpha) = +0,58$$

Cependant, il faut remarquer que l'introduction de substituants saturés à la place des atomes d'hydrogène du noyau benzénique fait perdre peu à peu au système sa neutralité :

Benzène	−0,15
Toluène	+0,14
Pentaméthylbenzène....	+0,50
Hexaméthylbenzène	+0,85

Les études de Landolt et Jahn [1], Brühl [2], Perkin [3], von Auwers [4] ont montré l'influence de la position des substituants et ont fait ressortir en particulier la place spéciale occupée par les dérivés ortho :

	xylène	éthyltoluène	propyltoluène	cumène
ortho	+0,21	+0,18	+0,22	+0,19
méta	+0,34	+0,32	+0,41	+0,34
para	+0,40	+0,38	+0,50	+0,33

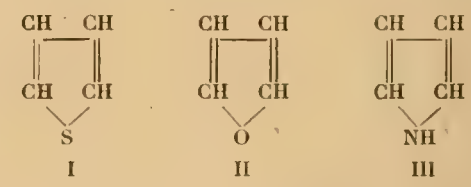
c. Systèmes conjugués dépressifs. — Il existe enfin des systèmes conjugués qui provoquent une dépression de la réfraction moléculaire.

Ce fait fut signalé pour la première fois par Nasini et Scala [5] à propos du thiophène (I) :

R_α trouvé 24,19 calc. 25,51 EM_α −1,34

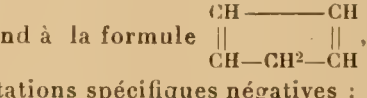
puis vérifié par Nasini et Carrara [6] sur d'autres corps du même genre : furane (II) et pyrrol (III) par exemple :

	R_α trouvé	R_α calc.	EM_α
furane	18,42	19,22	−0,80
pyrrol	20,54	21,39	−0,85



I II III

Il faut noter, d'ailleurs, que la fixation de groupes alcoyle sur ces noyaux a pour résultat de diminuer la dépression observée [7].

On pourrait croire que ces dépressions, pour lesquelles aucune explication satisfaisante n'a encore été trouvée, sont dues aux atomes de soufre, d'oxygène ou d'azote. Or, plus récemment, K. Auwers [8] a montré que le cyclopentadiène, qui répond à la formule  , présente des exaltations spécifiques négatives :

$$E\Sigma_\alpha : -0,45 \qquad E\Sigma_D : -0,47$$

Le cyclopentadiène ressemble donc réfractométriquement aux composés hétérocycliques de constitution analogue et von Auwers pense que ces systèmes cycliques pentagonaux iso et hétérocycliques semblent être régulièrement carac-

1. Bruhl : *Ber.*, t. XL, p. 878 (1907). Contre cette conception de Brühl s'élève Ida Smedley, d'après des expériences sur le diphénylhexatriène et des carbures de ce groupe (*Proc. Chem. Soc.*, t. XXIII, p. 295 (1907) ; *J. Chem. Soc.*, t. XCV, p. 372 (1908).

2. Enklaar : *Rec. Trav. Chim.*, t. XXXVI, p. 215 (1917) a montré récemment que dans des corps très voisins des dérivés benzéniques, comme par exemple $CH^2=CH-CH=CH-CH=CH^2$, les liaisons conjuguées jouaient normalement. Ce corps offre une exaltation spécifique $E\Sigma_\alpha$ de + 2,90. De même :

orthoxylène	+ 0,21
$CH=CH^2CH-CH$ ‖ ‖ $CH=CH-C-CH^3$	+ 4,34

3. Willstaetter et Waser : *Ber.*, t. XLIV, p. 3423 (1911).

1. *Z. phys. Chem.*, t. X, p. 312 (1892).

2. *Lieb. Ann.*, t. CCXXXV, p. 1 (1886), et *J. f. pr. Ch.*, [2], t. L, (1894).

3. *J. Chem. Soc.*, t. LXXVII, p. 277 (1900).

4. Voir p. ex. *Lieb. Ann.*, t. CDXIII, p. 253 (1917) ; t. CDXIX, p. 92 (1919) ; t. CDXXII, p. 160 (1920).

5. *Rend. Linc.*, [4], t. I, p. 617 (1886).

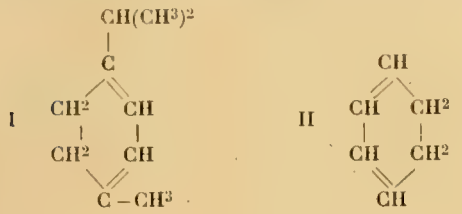
6. *Gazz. chim. Ital.*, t. XXIV, I, p. 256 (1894).

7. Voir un résumé de la question dans Brühl : *Ber.*, t. XL, p. 1153 (1907) ; chapitre V.

8. *Ber.*, t. XLV, p. 3077 (1912).

térisés par une dépression du pouvoir réfringent moléculaire.

De semblables dépressions ne se retrouvent plus lorsque le groupe —CH=CH—CH=CH— fait partie d'un noyau hexagonal[1]. Ainsi le carvénène (I) a donné une exaltation de 1,4[2] et le



dihydrobenzène (II) est normal ($E\Sigma_D = +0,05$). La pyrone a une réfraction moléculaire normale.

Il faut ajouter que le cyclohexène (III)[3] et le cyclopentène (IV)[4] offrent respectivement des

dépressions de — 0,25 et — 0,50 pour $E\Sigma_D$. Ces dépressions disparaissent lorsque des groupes alcoyle sont fixés sur ces noyaux fondamentaux, sauf toutefois lorsque des groupes doubles sont créés (voir plus loin).

2. — *Conjugaisons entre liaisons doubles reliant des atomes de carbone et d'autres éléments*

Brühl, par de nombreux exemples, a montré que le concept de la conjugaison entre liaisons doubles ne se limite pas à des conjugaisons par groupes —CH=CH—, mais s'étend aussi aux conjugaisons entre un groupe —CH=CH— et d'autres groupements comportant des liaisons doubles, comme par exemple le groupe carbonyle C=O. L'un des premiers exemples fut l'acroléine[5] CH^2=CH—CH=O ; mais Brühl ne tarda pas à trouver de très nombreux corps vérifiant cette règle. Le benzylidènecamphre et les alcoylidènecamphres, étudiés par MM. Haller et P. Th. Muller, l'illustrent également[6].

Brühl montra d'ailleurs également qu'en introduisant dans le noyau benzénique des substituants comportant des liaisons doubles telles que celle du groupe carbonyle, on obtient encore des exaltations. Les cas de l'aldéhyde benzoïque, de l'aldéhyde salicylique, viennent à l'appui de cette idée[1] :

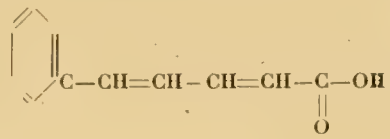
	Rα		EMα
C^6H^5—CHO	Tr. 31,77	calc. 31,01	+0,76
C^6H^4(OH)(CHO)	34,03	32,52	+1,51

Ceci est d'ailleurs encore exact avec les liaisons C=N. Ainsi, l'α-benzaldoxime C^6H^5—CH=NOH présente les constantes suivantes :

Rα tr. 36,00 calc. 35,21 (EM)α = +0,79

Bien des choses concernant les conjugaisons CH=CH—CH=CH peuvent être répétées ici.

Les conjugaisons de ce deuxième groupe peuvent « s'accumuler » avec des conjugaisons du premier et provoquer des exaltations considérables. Ainsi l'acide cinnamylidène-acétique (dissous dans l'acétone) présente les constantes suivantes :



	Rα	Rγ-Rα
trouvé	60,42	9,70
calc.	50,06	2,04

D'une manière générale, les corps contenant un groupe carbonyle terminal, comme l'acide cinnamylidèneacétique, connaissent de fortes exaltations, tandis que ceux contenant deux groupes carbonyle terminaux, comportant par exemple le squelette O=C—C=C—C=O, n'offrent que des exaltations peu importantes.

De même, les conjugaisons de cette deuxième catégorie sont « troublées » par des substituants se fixant sur la conjugaison[2].

L'effet des conjugaisons croisées est le même que dans le premier cas ; ainsi :

	EM_D
benzylidène-camphre	5,27
diphényl-méthylène-camphre	5,14[3]

Des conjugaisons entre groupes non saturés conduisent aussi à des exaltations, surtout si ces

1. K. von Auwers : *Ber.*, t. XLV, p. 3077 (1910).
2. Semmler : *Ber.*, t. XLII, p. 522 (1909).
3. Von Auwers : *Lieb. Ann.*, t. CDX, p. 299 (1915).
4. Von Auwers : *Lieb. Ann.*, t. CDXV, p. 112 (1918).
5. Brühl : *Lieb. Ann.*, t. CC, p. 139 (1880).
6. *C.R.*, t. CXXVIII, p. 1370 (1899).

1. Brühl : *Z. f. phys. Ch.*, t. VII, p. 140 (1891). Voir aussi K. von Auwers : *Lieb. Ann.*, t. CDVIII, p. 214 (1915), qui a montré dans ce mémoire que, chez les aldéhydes, cétones et éthers de la série benzénique, les dérivés ortho possèdent les exaltations spectrochimiques les plus basses et les dérivés para les plus élevées.

Voir aussi J. W. Brühl : *J. f. pr. Ch.*, [2], t. L, p. 174 (1894); *Z. f. phys. Ch.*, t. XVI, p. 501 (1895); *Ber.*, t. XXXVI, p. 3637 (1903); J. W. Brühl et H. Schroder : *Z. f. phys. Ch.*, t. L, p. 1 (1904); t. LI, p. 1 (1905). Pour les dérivés anthraniliques, voir O. Schmidt : *Ber.*, t. XXXVI, p. 2463 (1903).

2. K. Von Auwers et F. Eisenlohr : *J. f. pr. Ch.*, t. LXXXII, p. 65-180.

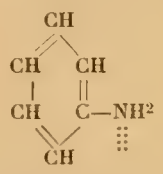
3. A. Haller : Communication inédite

groupes sont différents. Cependant le cas du groupe O=C—C=O est particulièrement intéressant à ce point de vue. Ce squelette ne se trouve sans perturbation que dans un seul corps, le glyoxal O=C—C=O, et ce dernier donne
| |
H H
$EM_D = +0,45$, $E\Sigma_D = +0,78$ [1] ; il fournit donc des exaltations importantes. Par contre, l'introduction de substituants sur la conjugaison ramène très rapidement ces valeurs exaltées à des valeurs normales. C'est par exemple le cas du diacétyle ($EM_D : +0,06$) et de l'acétylpropionyle ($EM_D : -0,07$) [2]. Le squelette O=C—C=O
| |
se conforme donc à la règle générale [3].

3. — *Conjugaisons entre une liaison double et un atome incomplètement saturé et conjugaisons entre éléments non saturés*

Dans des combinaisons contenant de l'azote ou des éléments du même groupe, on observe des exaltations qui ne peuvent pas être attribuées à un système conjugué de liaisons doubles. L'étude de ces corps montre que des éléments qui possèdent plusieurs atomicités provoquent en position conjuguée par rapport à des liaisons doubles, dans certaines circonstances, des exaltations optiques qui semblent dues aux valences secondaires de l'élément incomplètement saturé. Ainsi l'azote, le phosphore et le soufre provoquent des exaltations importantes; les halogènes n'en engendrent pas régulièrement; l'oxygène semble occuper une position intermédiaire [4].

L'aniline offre ainsi une exaltation de 0,9 pour la réfraction et de 35 % pour la dispersion,



nombres qui se rapprochent beaucoup des exaltations des corps du type du cinnamène. Les constantes du thiophénol (E. M. 0,35) (disp. 20 %) montrent nettement l'existence d'une position conjuguée. Les éthers-oxydes dont l'atome d'oxygène est conjugué par rapport à une double liaison présentent des exaltations identiques. Avec les chlorures d'acides R (O :) CCl : : : : :, on trouve pour le chlore un équivalent plus élevé de 0,4 pour la réfraction et de 0,03 pour la dispersion, que dans les dérivés chlorés ordinaires [1].

Des perturbations de conjugaisons entre liaisons doubles et valences secondaires exercent en général la même influence que sur des conjugaisons ordinaires entre liaisons doubles. Une perturbation multiple d'une conjugaison entre liaisons doubles et valences secondaires peut conduire jusqu'à une dépression absolue et l'accumulation de conjugaisons de cette 3e espèce fournit encore des exaltations importantes.

En ce qui concerne la conjugaison de valences secondaires par rapport à des valences secondaires, une conjugaison entre valences secondaires d'un seul et même élément (polychlorures et polybromures, hydrazines, disulfures aliphatiques, diacétyle) n'est pas capable de fournir de constantes optiques exaltées. Mais, si des valences secondaires de deux éléments différents viennent en conjugaison, comme dans l'isopropyldichlorylamine C^3H^7——N(Cl:::)(Cl:::) ⋮⋮⋮, il en résulte, par conjugaison des atomes de chlore par rapport à l'azote, des valeurs exaltées. Il en est de même par exemple entre le chlore et le soufre.

C'est à cause de cette propriété des éléments se présentant sous plusieurs degrés de saturation, et en particulier de l'azote, de provoquer des exaltations de la réfraction moléculaire, qu'Eisenlohr [2] a entrepris un grand travail de revision de la réfraction atomique de l'azote au moyen des nouvelles réfractions atomiques du carbone, de l'hydrogène et de l'oxygène, en excluant les corps dits anormaux. Cette étude lui a montré que les constantes optiques de l'azote primaire du groupe amino coïncident presque complètement avec celles de l'azote de l'hydrazine et de l'hydroxylamine. Dans l'hydrazine, la position conjuguée des deux atomes d'azote non saturés ne provoque donc pas d'effet optique, pas plus que les valences secondaires de l'azote et de l'oxygène n'interviennent dans l'hydroxylamine [3]. Par contre, les amines aromatiques se classent nettement à part; dans ce cas, il y a con-

1. Harries et Temme : *Ber.*, t. XL, p. 167 (1907).
2. J. W. Brühl : *Ber.*, t. XL, p. 1153 (1907).
3. Ida Smedley : *J. Chem. Soc.*, t. XCV, p. 218 (1909), avait montré que, dans des corps aromatiques de constitution générale C^6H^5—CO—CO, il y a une exaltation et pensait avoir ainsi mis en lumière une activité du groupe CO—CO. Comme Auwers et Eisenlohr l'ont fait ressortir [*Ber.*, t. XLIII, p. 806, (1910)], l'exaltation observée provient de la conjugaison entre une liaison éthylénique du noyau benzénique et le CO en α [Ida Smedley, répondant à ces auteurs, revient par ailleurs sur cette question (*J. Chem. Soc.*, t. XCVII, p. 1475-87)].
4. Eisenlohr : *Ber.*, t. XLIII, p. 810 (1910) ; t. XLIV, p. 3188 (1911). Il faut remarquer que Brühl avait déjà été amené à concevoir les groupes OH et NH^2 comme non saturés [*Ber.*, XL, p. 878 et 1153 (1907)].

1. Le Blanc : *Z. f. Physik. Ch.*, t. IV, p. 554 (1889); Brühl : *Z. f. physik. Ch.*, t. VII, p. 178 (1891) ; Eisenlohr : *Z. f. physik. Ch.*, t. LXXV, p. 585 (1910).
2. Eisenlohr : *Z. f. phys. Ch.*, t. LXXIX, p. 129 (1911).
3. Bruhl : *Ber.*, t. XL, p. 878 (1907).

jugaison entre les valences secondaires de l'azote et l'une des liaisons doubles du noyau benzénique comme nous venons de le voir. L'influence des chaînes latérales se fait nettement sentir, de sorte que les valeurs de la réfraction atomique de l'azote dans les composés aromatiques doivent être considérées comme inconstantes.

§ B. — Les liaisons triples conjuguées

L'influence des liaisons triples a été bien moins étudiée que celle des liaisons doubles. En dehors de quelques mesures faites par Brühl [1], tous les travaux sur les liaisons triples ont été effectués par M. Moureu [2].

Ces différentes recherches ont mis en relief des faits tout à fait identiques à ceux observés à propos des liaisons doubles.

La conjugaison de deux liaisons triples provoque une exaltation de la réfraction moléculaire.

Les liaisons triples peuvent se conjuguer avec les liaisons doubles, que celles-ci fassent partie du noyau benzénique ou d'une chaîne. Ainsi

Phénylacétylène EM_D : 1,05

L'accumulation de liaisons triples et de liaisons doubles conduit à des exaltations considérables. Exemples : diphényldiacétylène :

$C^6H^5—C{\equiv}C—C{\equiv}C—C^6H^5$ EM_D : 12,86

Butylènephénylacétylène

$C^6H^5—C{\equiv}C—C{=}CH—CH^3$ EM_D : 4,27
$\qquad\qquad\qquad\quad |$
$\qquad\qquad\qquad CH^3$

On observe aussi des conjugaisons avec des liaisons du 2e type. Ex. :

nitrile hexylpropiolique $CH^3—(CH^2)^5—C{\equiv}C—CN$
EM_D : 1,69.

Les exaltations de la dispersion moléculaire, relativement peu élevées pour les corps acycliques, sont au contraire très marquées chez les composés aromatiques, où elles arrivent à dépasser deux unités (butylènephénylacétylène).

§ C. — Radicaux négatifs

MM. A. Haller, P. Th. Muller et Ed. Bauer [3] ont été amenés à expliquer les exaltations observées dans certaines molécules contenant des liaisons doubles en admettant une influence des groupements négatifs de ces molécules.

A la suite de ses recherches sur les liaisons triples, M. Moureu était arrivé également aux conclusions suivantes :

1° L'exaltation de la réfraction moléculaire croît à mesure que les radicaux entrant dans les molécules sont plus électronégatifs ;

2° La contiguïté immédiate des groupements négatifs à la liaison acétylénique paraît être la condition de leur influence sur l'exaltation de la réfraction moléculaire.

Cette interprétation des faits par l'influence des groupements négatifs n'a pas été admise par Brühl qui s'est exprimé ainsi [1] :

« M. Moureu attribue volontiers les exaltations observées, en particulier à la nature électronégative des groupes C≡C, C^6H^5, etc., de même que d'autres chercheurs français [2] sont arrivés à l'hypothèse d'une influence spéciale de la négativité des radicaux à la suite de découvertes analogues avec les nitriles, les oximidodérivés et d'autres corps non saturés. Mais, comme le groupe NH^2 et d'autres complexes électropositifs exercent le même effet que des complexes électronégatifs, il n'est pas douteux que l'interprétation précédente ne convient pas. La base réelle, et la seule, des exaltations optiques observées est plutôt l'enchaînement direct, la conjugaison de groupements atomiques non saturés, que ceux-ci soient négatifs ou positifs, et là où ces conjugaisons n'existent pas, il n'y a pas d'exaltation comme les essais de Moureu le vérifient pour une série de dérivés acétyléniques qui se comportent d'une façon sensiblement normale. »

De son côté, M. Haller n'a pas admis l'hypothèse de Brühl qui consiste à accorder le caractère non saturé à des groupements comme OH, NH^2 et à d'autres complexes à affinité résiduaire comme NHR, NR^2, NO, NO^2, etc. A la fin d'un de leurs mémoires [3], MM. Haller et Muller s'expriment ainsi : « La rédaction de ce mémoire était achevée quand parurent les deux publications de M. Brühl [4] sur les effets optiques des radicaux non saturés. M. Brühl ne partage pas notre manière de voir sur l'influence des radicaux négatifs ; pour lui, les exaltations sont dues au voisinage de la double liaison et de groupements non saturés. Sans vouloir répondre ici à M. Brühl, il nous semble que ce savant pousse beaucoup trop loin la généralisation ; il est amené ainsi à attribuer le caractère non saturé à des groupements tels que OH, CN, NH^2, NO^2. »

De même, Ed. Bauer [5] a montré l'influence des

1. *Lieb. Ann.*, t. CCXXXV, p. 10 (1886), et *Z. f. physik. Ch.*, t. VII, p. 187 (1891).
2. *Ann. Ch. Ph.*, 8e série, t. VII, p. 536 (1906) ; Moureu, P. Th. Muller et Varin : *C. r.*, t. CLVII, p. 679 (1913).
3. A. Haller et P. Th. Muller : *C. R.*, t. CXXVIII, p. 130, 1370 (1899) ; t. CXXXVIII, p. 440 (1904) ; P. Th. Muller : *Bull. Soc. Chim.*, [3], t. XXVII, p. 1014 (1902) ; P. Th. Muller et Ed. Bauer : *J. Ch. Phys.*, t. I, p. 190 (1903).

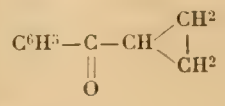
1. *Ber.*, t. XL, p. 878 (1907).
2. Haller et Muller : *Ann. Ch. Phys.*, [8], t. XIV, p. 125 (1908).
3. *Ann. Ch. Phys.*, [8], t. XIV, p. 125 (1908).
4. *Ber.*, t. XL, p. 878 (1907) et 1153 (1907).
5. Ed. Bauer : Thèse Nancy (1904), p. 65-85 et 125.

radicaux négatifs sur la réfraction moléculaire et a été amené à écrire : « La classification des radicaux négatifs que nous avons obtenue coïncide avec celle que nous fournit la chimie organique. » « L'influence des radicaux négatifs sur la réfraction est incontestable. » Enfin M. P. Th. Muller[1], dans son étude des éthers oximidocyanacétiques, conclut ainsi : « Il en résulte que les deux radicaux négatifs azotés CN et NO s'influencent mutuellement en exaltant leur pouvoir réfringent et leur pouvoir dispersif. La double liaison entre le carbone et l'azote joue peut-être ici un certain rôle ainsi qu'on l'a déjà observé dans d'autres cas[2]. »

§ D. — Cyclisation

A la suite d'un grand nombre de travaux poursuivis par différents chercheurs[3], on était arrivé, Brühl en particulier, à cette conviction que la cyclisation était sans influence sur la réfraction moléculaire. Mais depuis 1890 un nombre suffisant d'observations a montré que certains types de cyclisations font exception à cette règle. Ce sont le noyau triangulaire et le noyau tétragonal, qui provoquent des exaltations très nettes[4].

L'exaltation due au noyau triangulaire a été mise en relief par Tschugaëff[5] en travaillant dans la série de la thuyone; l'exaltation ainsi reconnue ($EM_D = +0,71$) a été retrouvée dans des corps de constitution beaucoup plus simple contenant un noyau triangulaire. Ce dernier peut d'ailleurs entrer en conjugaison avec des liaisons doubles et donner des exaltations. C'est par exemple le cas du benzoyltriméthylène (dans ce corps il y a d'ailleurs des conjugaisons accumulées) :



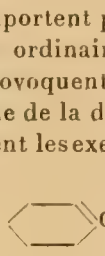
pour lequel EM_D est de 1,44[1].

L'exaltation provoquée par le noyau tétragonal ($EM_D : +0,48$) a été soupçonnée tout d'abord par Wallach[2] à propos du pinène, puis retrouvée dans une série de corps.

Enfin il faut rappeler ce que nous avons vu précédemment : que certains systèmes provoquent des dépressions de la réfraction moléculaire (furane, pyrrol, thiophène, etc.) (systèmes conjugués dépressifs)[3].

§ E. — Liaisons doubles semi-cycliques

Les liaisons doubles semi-cycliques, c'est-à-dire les liaisons du type C=CH— ne se comportent pas comme les liaisons doubles isolées ordinaires. Sans aucune conjugaison, elles provoquent une exaltation, tant de la réfraction que de la dispersion moléculaire, comme le montrent les exemples suivants[4] :

	$E\Sigma_D$	$E\Sigma_\gamma - \Sigma_\alpha$
 C—CH³	—0,02	±0 %
C=CH²	+0,47	+6 %

On considère actuellement que l'exaltation spécifique moyenne et la dispersion spécifique dues à une liaison double semi-cyclique s'élèvent respectivement à 0,4 et 7-8 %.

Ces liaisons doubles semi-cycliques peuvent d'ailleurs entrer en conjugaison, soit avec d'autres liaisons doubles, soit avec des noyaux triangulaires ou quadrangulaires[5]. Un exemple de la conjugaison d'une liaison semi-cyclique et d'un noyau triangulaire est le cas du sabinène, pour lequel les exaltations de la réfraction et de la

1. *Bull. Soc. Chim.*, t. XXVII, p. 1014 (1912).

2. Brühl : *Z. f. pr. Ch.*, t. L, p. 119 (1894); A. Haller et P. Th. Muller : *C. r.*, t. CXXVIII, p. 1370 (1899).

Cette influence de l'accumulation de radicaux négatifs a été retrouvée par M. Pascal [*Ann. Ch. Ph.*, [8], t. XIX, p. 67 (1910)] en étudiant la susceptibilité magnétique de quelques nitriles qui présentent tous un diamagnétisme beaucoup plus fort que celui qu'on aurait pu prévoir : cyanure de phényle (excès 46), cyanure de benzyle (excès 45,5), cyanacétate d'éthyle (excès 44). « Tous ces corps, au contraire des nitriles simples déjà étudiés et qui obéissent à la loi d'additivité, ont la propriété commune de contenir, à côté du groupement CN déjà négatif, un autre groupement négatif comme C^6H^5 ou CO^2H. C'est là que doit se trouver l'origine de l'anomalie observée, car on sait que l'accumulation des radicaux négatifs dans une molécule produit toujours une perturbation notable des propriétés additives. C'est ce qui résulte très nettement, en particulier, des recherches réfractométriques de MM. Haller et Muller sur les dérivés cyanés. »

3. Brühl : *Ann.*, t. CCIII, p. 143 (1880); *Ber.*, t. XXIV, p. 656 (1891); t. XXV, p. 1952 (1892); Wislicenus : *Ann.*, t. CCXXIX, p. 329 (1893); Eykman : *Ber.*, t. XXV, p. 3069 (1892).

4. Les noyaux pentagonaux et hexagonaux sont sans aucune influence; à partir du noyau heptagonal, on observe une légère dépression qui s'accentue à mesure que le noyau s'étend.

5. *Ber.*, t. XXXIII, p. 3122 (1900).

1. A. Haller et E. Benoist : *Ann. Ch.*, [9], t. XVII, p. 225 (1922). On trouvera dans l'ouvrage d'Eisenlohr une longue liste de composés à noyau cyclopropanique avec conjugaison réelle ou troublée (*loc. cit.*, p. 135 et suiv.).

2. Sur l'action spectrochimique de la cyclisation, voir en particulier : von Auwers : *Lieb. Ann.*, t. CDXV, p. 98 (1918), et t. CDXXII, p. 137 (1921).

3. Von Auwers et Ellinger : *Lieb. Ann.*, t. CCCLXXXVII, p. 200 (1912).

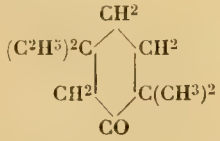
4. *Lieb. Ann.*, t. CCCXLVII, p. 319 (1906); t. CCCLX, p. 37 (1908).

5. En ce qui concerne l'influence spectrochimique des noyaux triangulaire et tétragonal, voir en particulier Œstling : *J. chem. Soc.*, t. CI, p. 457 (1921).

dispersion spécifiques sont de + 1,35 et de + 20 %.[1]

§ F. — Groupements doubles

A la suite de nombreuses recherches réfractométriques effectuées d'abord sur des substances contenant un groupe de liaisons doubles conjuguées[2], puis sur l'acide camphorique[3], les acides déhydro- et isodéhydrocamphoriques, les éthers mono- et dialcoylmaloniques et acétylacétiques[4], von Auwers a été amené à penser que les dépressions moléculaires observées dans presque tous les cas où les molécules examinées contenaient deux groupes alcoyle fixés au même atome de carbone, étaient liées à l'existence d'un semblable groupement CR^2 dans ces combinaisons. Les groupes $C(CH^3)^2$ seraient cependant sans influence. Cette théorie a été appelée par von Auwers « Theorie der gem. Dialkylgruppen »; nous la dénommons « théorie des groupes doubles ». En particulier, von Auwers et Lange ont montré que les diméthyl-αα-diéthyl-β'β'-cyclohexanone et cyclohexanol présentent pour la raie D des décréments de —0,35 pour la cétone ($E\Sigma_D$: —0,19) et de — 0,53 pour l'alcool[5] ($E\Sigma_D$: — 0,29).



D'une étude faite récemment sur les polyallyl- et polypropylcyclohexanones, il semble également résulter que les décréments observés (p. ex. —1,06 pour la β-méthyl-ααα'α'-tétrapropylcyclohexanone) sont dus à ces groupes doubles[6].

Dans la série cyclohexanique, von Auwers a cependant observé que la position du groupe $C(CH^3)^2$ en para par rapport à un groupe carbonyle ou à un groupe alcool secondaire conduisait à des résultats s'écartant nettement des règles observées dans l'étude de nombreux isomères de cette série[7].

1. Sur des carbures hydro-aromatiques comportant plusieurs liaisons doubles dont des liaisons semi-cycliques, voir K. von Auwers et G. Peters : *Ber.*, t. XLIII, p. 3,076 (1910); sur des dérivés du groupe semi-benzénique, K. von Auwers et Ziegler : *Lieb. Ann.*, t. CDXXV, p. 217-314 (1921).

2. Von Auwers et Eisenlohr : *J. f. pr. Ch.*, t. LXXXIV, p. 1 (1911).

3. Von Auwers et Schmidt : *Ber.*, t. XLVI, p. 457 (1913).

4. Von Auwers : *Ber.*, t. XLVI, p. 498 (1913).

5. Von Auwers et Lange : *Lieb. Ann.*, t. CDIX, p. 161 (1915); voir aussi von Auwers et Lange : *Lieb. Ann.*, t. CDI, p. 303 (1913).

6. *Ann. de Chimie*, [9], t. XVI, p. 141 (1921).

7. K. von Auwers : *Lieb. Ann.*, t. CDX, p. 287 (1915). Sur des relations entre les propriétés physiques et la constitution chimique dans la série hydro-aromatique, voir : von Auwers, Hinterseber et Treppmann : *Lieb. Ann.*, t. CDX, p. 257 (1915), et Von Auwers : *Lieb. Ann.*, t. CDXX, p. 84 (1920).

V. — Caractérisation des liaisons doubles conjuguées

Des développements qui précèdent se dégage cette conclusion : les liaisons doubles conjuguées représentent l'élément perturbateur le plus important, et celui qui a été, jusqu'à présent, de beaucoup le plus étudié.

D'une manière générale, on peut dire qu'une molécule contenant un ou plusieurs groupes de liaisons conjuguées connaît une exaltation de sa réfraction moléculaire. Mais, ainsi que nous l'avons vu précédemment, cette règle n'est pas générale. En effet, d'une part, d'autres éléments perturbateurs provoquent de semblables actions exaltantes (noyaux triangulaire et tétrangulaire, liaisons semi-cycliques); d'autre part, l'introduction de chaînes latérales sur les atomes de carbone de la conjugaison a pour effet de diminuer l'exaltation à un degré qui varie d'une chaîne à l'autre; il en résulte que l'exaltation peut s'annuler et même se transformer en un décrément. D'ailleurs, certains systèmes conjugués n'ont aucune activité optique (benzène, par exemple); d'autres ont des valeurs inférieures à la théorie (thiophène, etc.).

La « spectrochimie », pour le décèlement des liaisons doubles conjuguées, ne peut donc pas être utilisée sans précautions : de l'observation d'une exaltation on ne peut en effet conclure à l'existence d'un système conjugué que si la molécule ne contient ni noyau triangulaire ou tétragonal, ni liaison semi-cyclique; de la non-observation d'une exaltation on ne peut conclure à l'inexistence de liaisons doubles conjuguées[1].

VI. — Emploi de la réfraction moléculaire dans des déterminations de constitution[2]

De très nombreuses mesures réfractométriques ont permis d'établir les conclusions qui précèdent; inversement, ces conclusions ont permis, dans un certain nombre de cas, d'éclaircir la constitution de certaines molécules[3]. Ceci est particulièrement vrai pour la série terpénique; les mesures réfractométriques de Gladstone, qui furent les premières dans cette série[4], puis de

1. Sur cette question de la validité de la règle des liaisons doubles conjuguées, von Auwers et Eisenlohr ont publié un travail d'ensemble : *Ber.*, t. XLIII, p. 806 (1910).

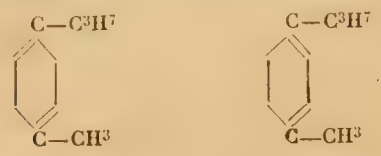
2. Un ouvrage a paru sur ce sujet : Eisenlohr : Anwendbarkeit der Molekularrefraktion und Dispersion zur Ermittlung der chemischen Konstitution, Greifswald (1910), 127 pages.

3. Sur la réfraction moléculaire et les influences interatomiques, voir *Z. Blatt*, 1917, I, 1060, et II, 794.

4. The Development of Spectrochemistry; conférence faite par Brühl le 26 mai 1905 devant la Royal Institution of Great Britain (Edition allemande, Berlin, 1905).

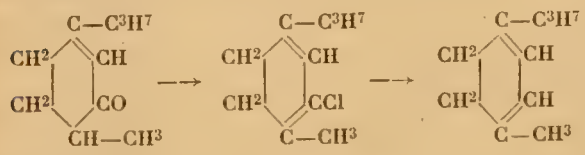
Brühl, de Wallach, de Semmler, etc., en font foi. Un exemple le montrera ; prenons le cas du terpinène.

D'après Semmler[1], le terpinène était le $\Delta^{1.4}$ dihydrocymène (I), tandis que Wallach[2] et Brühl[3] pensaient que c'était l'isomère $\Delta^{1.3}$ (II).



I II

Pour différencier ces deux isomères, Semmler[4] fit des mesures réfractométriques et obtint une exaltation moléculaire de + 1,5, nombre qui dénotait une conjugaison et militait en faveur de la formule II défendue par Wallach et Brühl. L'auteur, pour appuyer sa conclusion, montra d'ailleurs que, dans un noyau, un système de liaisons doubles conjuguées provoque encore une exaltation, et, à cet effet, a réalisé le cycle de réactions :



carvénone.

En dehors de ces déterminations de constitution, la réfraction moléculaire a permis d'apporter une contribution à l'étude d'autres phénomènes[5].

VII. — La tautomérie

L'étude physico-chimique de la tautomérie a donné lieu à un certain nombre de travaux dans lesquels leurs auteurs ont développé des considérations réfractométriques. Brühl fut le premier à y avoir recours[6].

§ 1. — L'équilibre céto-énolique

Les corps tautomères étant des corps susceptibles d'exister sous deux formes souvent en équilibre, et cet équilibre pouvant être déplacé dans un sens ou dans l'autre par des causes variées, on pouvait en effet espérer que l'étude réfractométrique de ces corps tautomères renseignerait sur leur constitution. Poursuivons notre raisonnement sur le cas le plus connu, celui de l'équilibre céto-énolique. Dans ce cas, la molécule peut prendre deux formes, la forme cétonique —CH^2—CO— et la forme énolique —CH= C(OH)—.

En calculant au moyen des réfractions atomiques, les réfractions moléculaires de ces deux formes, on voit, si l'on représente par A la part qui revient au reste de la molécule, qu'elles sont égales à (pour la raie D) :

I A + 9,25
II A + 10,29

soit une différence de 1,04. Si donc on détermine expérimentalement le pouvoir réfringent moléculaire du corps à étudier et si on le compare aux deux valeurs théoriques calculées, on verra si le nombre trouvé coïncide avec l'un de ces deux nombres ou est compris entre eux. Dans ce dernier cas, on conclurait que le corps examiné est un équilibre entre les deux formes. Malheureusement les choses ne sont pas aussi simples. Certains composés conduisent en effet à des valeurs bien supérieures aux deux nombres calculés; ces corps vont d'ailleurs nous ramener à la controverse que nous avons déjà signalée entre un groupe de savants français et un groupe de savants allemands sur l'influence ou la non-influence des radicaux négatifs.

En particulier, MM. A. Haller et P. Th. Muller[1] ont étudié réfractométriquement quelques dérivés du méthane dans lesquels deux et trois atomes d'hydrogène sont remplacés par des radicaux négatifs : dérivés cyanés des éthers acétylacétiques R—CO—CH(CN)—COOR. Dix substances ont été examinées, six à l'état liquide et quatre dans le toluène, dissolvant qui ne modifie pas la constitution des corps qu'on y dissout.

Pour ces dix corps, MM. Haller et Muller ont trouvé, en moyenne, une exaltation par rapport à l'énol de 1,54 et par rapport à la cétone de 2,48 (raie D).

S'appuyant sur le fait que l'éther cyanocarbonique CN—$COOC^2H^5$ ne présente dans les mêmes conditions qu'une différence de 0,68, que le cyanoxalate de méthyle CN—CO—$COOCH^3$ se comporte normalement en solution toluénique (EM_D : + 0,06), ces savants en infèrent que l'accumulation des radicaux négatifs ne suffit pas pour rendre compte à elle seule de divergences aussi notables. Par contre l'éther α-cyano-β-oxycrotonique, CH^3 — (OC^2H^5)C = C(CN) — $COOC^2H^5$, dans le toluène, présente, pour la raie D, une exaltation moléculaire de 2,08 par rapport à l'énol normal et une dispersion molécu-

1. *Ber.*, t. XL, p. 29,59 (1907).
2. *Lieb. Ann.*, t. CCCLXII, p. 293 (1908).
3. *Ber.*, t. XLI, p. 3715 (1908).
4. *Ber.*, t. XLI, p. 4474 (1908).
5. Sur ces questions de détermination de constitution, on trouve une longue bibliographie dans l'ouvrage déjà cité d'Eisenlohr : Spektrochemie organischer Verbindungen, p. 180 : on ne peut lui faire qu'une critique, celle de ne pas tenir compte des travaux autres que les travaux allemands.
6. *J. f. prakt Ch.*, [2], t. L, p. 119 (1884).

1. *Ann. Ch. Phys.*, [8], t. XIV, p. 125 (1908).

laire de 1,25. Ces auteurs pensent que « seule la présence d'une liaison double à côté des radicaux négatifs peut expliquer de pareils écarts » et que les dix corps examinés sont, en équilibre stable, des mélanges de cétone et d'énol : $CH^3—CO—CH(CN)—COO^2H^5 \rightleftarrows CH^3—C(OH)=C(CN)COOC^2H^5$.

Admettant enfin les exaltations fournies par la molécule énolisée $CH^3—C(OC^2H^5)=C(CN)—COOC^2H^5$ comme répondant au maximum de ces corps méthiniques cyanés au sein du toluène, ils ont calculé la proportion de substance énolisée que renferment les 10 corps examinés et ont trouvé :

raie D	82 %
dispersion	61 %[1]

A ce mémoire qui conclut à l'influence d'une liaison double influencée par des radicaux négatifs, s'oppose le texte suivant, reflet de l'école allemande. Eisenlohr, dans son ouvrage déjà cité [2], s'exprime ainsi à la page 179 :

« Par les récentes règles spectrochimiques, la question des formes tautomères a acquis une base beaucoup plus assise. D'après ces règles, dans la forme énolique, l'action de conjugaison des valences secondaires de l'atome d'oxygène par rapport à la liaison éthylénique entre également en jeu, et il faut attendre de ce chef des valeurs exaltées par rapport au calcul antérieur qui ne faisait entrer en ligne de compte que l'incrément introduit par la liaison double. Si, simultanément, la liaison double carbonée de l'énol entre en conjugaison avec une autre liaison double, il faut considérer, d'après les donnés spectrochimiques actuelles, le système conjugué accumulé des valences secondaires et des liaisons doubles, comme il en existe un dans l'acétylacétate d'éthyle sous sa forme $CH^3—C(OH)=CH—C(OC^2H^5)=O$.

« De cette manière, Auwers [3] a pu estimer à 8 %, la teneur en énol de l'acétylacétate d'éthyle non dissous et frais, tandis qu'une récente méthode chimique, dont les résultats sont certains [4], a conduit à la teneur de 7,4 %. Le fait que Brühl [1] ait considéré l'acétylacétate d'éthyle comme une forme cétonique pure, montre combien ces résultats doivent aux nouvelles données spectrochimiques (nouveaux équivalents, valeurs normales, etc.). »

Avec la conception d'Eisenlohr il faut noter que tout composé énolique de la forme —C(OH)=CH— engendre une conjugaison, et par conséquent que la réfraction moléculaire théorique d'un énol doit être supérieure à celle que l'on peut calculer à partir de sa composition élémentaire et de ses degrés de saturation.

De plus, il ne faut pas oublier que des substituants fixés sur les atomes de carbone médians d'une conjugaison ont une influence qui est variable suivant la nature des substituants (voir précédemment l'étude des conjugaisons troublées).

Le calcul de la valeur théorique de la réfraction moléculaire d'une forme énolique est donc une chose fort délicate, et, par suite, la détermination par voie réfractométrique de la teneur en énol est assez incertaine dans bien des cas [2].

Quoi qu'il en soit, la réfractométrie représente l'une des méthodes d'examen des corps tautomères [3].

§ 2. — Les pseudoacides

Une application importante de la réfractométrie a été la mise au point par M. P. Th. Muller de la méthode différentielle de diagnose des pseudoacides [4]. Cette méthode repose sur les considérations suivantes :

Soit une molécule, un acide AH par exemple, ayant une réfraction moléculaire R, dans laquelle nous remplacerons par la pensée un atome d'hydrogène par un atome de sodium. Soit ANa la molécule nouvelle et R' la réfraction correspondante prise dans les mêmes conditions que R (c'est-à-dire dans le même dissolvant et à la même

1. Des mesures faites dans l'alcool au lieu du toluène ont montré que les dérivés méthéniques en CH^2 qui sont optiquement normaux à l'état pur et ne conduisent pas le courant en solution aqueuse sont encore normaux dans l'alcool, tandis que les éthers acylcyanacétiques et cyanomaloniques, molécules méthiniques renfermant sous la forme ordinaire un CH entouré de radicaux négatifs (CN et CO), sont fortement influencés par l'alcool et sont de véritables acides, ainsi que l'a démontré M. Guinchant (Thèse, 1897, p. 121).

2. Spektrochemie organischer Verbindungen (Stuttgart, 1912).

3. *Ber.*, t. XLIV, p. 3525 (1911).

4. K. H. Meyer : *Lieb Ann.*, t. CCCLXXX, p. 220 (1911) (méthode au brome).

1. *Ber.*, t. XXV, p. 366 (1892) ; t. XXXVIII, p. 1868 (1905). Voir aussi *Z. f. physik. Ch.*, t. L, p. 1, et t. LI, p. 1 (1905).

2. Deux études d'ensemble sur ces imprécisions, donnant des exemples d'analyses réfractométriques de mélanges cétoénoliques, ont paru récemment [von Auwers : *Lieb. Ann.*, t. CDXV, p. 169 (1918) ; t. CDXXVI, p. 161 (1922)].

3. Sur les différentes méthodes physicochimiques auxquelles on a eu recours pour l'étude de ces corps, voir A. Kling : La Tautométrie, dans A. Haller : Les récents progrès de la Chimie, 3e sér., Paris (1908), p. 147-180 ; voir aussi les mémoires suivants : A. Hantzsch ; *Ber.*, t. XLIII, p. 3049 (1910) ; A. Hantzsch et K. Meisenburg : *Ber.*, t. XLIII, p. 105 (1910). Sur la constitution des β-dicétones, voir Ida Smedley : *J. chem. Soc.*, t. XCVII, p. 1484 (1910).

4. *Bull. Soc. Chim. Paris*, t. XXVII, p. 1019 (1902). Sur les différentes méthodes d'examen des pseudoacides, voir P. Th. Muller, dans A. Haller : Les récents progrès de la Chimie (2e série, Paris, 1906), p. 31 ; sur l'historique des pseudoacides, voir aussi Ed. Bauer : Thèse Nancy (1904), p. 90.

concentration moléculaire). Supposons que les molécules M et M′ aient la même constitution. Dans ce cas, si nous faisons la différence des réfractions moléculaires R′ — R, nous devons trouver une valeur constante qui caractérisera l'échange des atomes, nombre qui ne dépendra que de l'atome d'hydrogène et de l'ion sodium. C'est ce qui résulte d'ailleurs des expériences de Le Blanc et Rohland portant sur un certain nombre d'acides monobasiques faibles (formique, acétique, glycolique, glycérique, etc.[1]).

La moyenne trouvée pour Δ s'élève à 1,64 pour la raie D. MM. Muller et Bauer ont de leur côté trouvé 1,52 pour l'acide succinique par rapport au monosuccinate et 1,57 pour le monosuccinate par rapport au disuccinate[2]. Tous ces acides ont une constitution bien déterminée, qui se confond avec celle de leur sel de soude, c'est-à-dire que la structure du radical A de l'acide est identique à celle de l'anion A du sel. La différence caractérisant les acides normaux est donc d'environ 1,6. Il faut noter que Le Blanc et Rohland ont trouvé des différences plus petites pour les acides forts[3] :

	Δ_D
$CH^3—COOH$	1,60
$C^2H^5—COOH$	1,56
$ClCH^2—COOH$	1,60
$Cl^2CH—COOH$	1,34
$Cl^3C—COOH$	1,16
NO^3H	1,02—0,73
HCl	0,93—0,75

Ils interprètent ce fait en attribuant à l'ion H une réfraction plus grande qu'à l'hydrogène combiné. Quoi qu'il en soit, il n'y a pas d'exemple d'acides normaux où la différence entre la réfraction du sel de soude et celle de l'acide atteigne deux unités. Le passage du radical A à l'état d'ion A semble donc altérer fort peu les propriétés optiques.

Considérons maintenant un pseudoacide, c'est-à-dire un acide tel que le radical A de l'acide non ionisé ait une autre constitution que l'anion du sel de soude que nous appellerons A′. Les propriétés optiques, très sensibles aux changements de constitution, devront déceler la modification et la différence pourra varier considérablement. C'est ce qu'ont établi les expériences de P. Th. Muller sur les sels de soude des éthers isonitrosocyanacétiques[4]. Les composés

$$CN—\underset{\underset{NONa}{\|}}{C}—COOCH^3 \quad \text{et} \quad CN—\underset{\underset{NONa}{\|}}{C}—COOC^2H^5$$

lui ont donné respectivement pour une normalité de 0,249 les valeurs de Δ de 3,47 et 3,51. Les acides oximidés correspondants :

$$CN—\underset{\underset{NOH}{\|}}{C}—COOCH^3 \quad \text{et} \quad CN—\underset{\underset{NOH}{\|}}{C}—COOC^2H^5$$

ayant une acidité de l'ordre de celle de l'acide acétique, M. P. Th. Muller en conclut que le radical R de l'acide isonitrosé RH n'a pas la même constitution que celle du sel de soude, c'est-à-dire que ces corps sont des « pseudoacides ». M. P. Th. Muller a alors posé la règle suivante : Si l'on trouve entre la réfraction moléculaire d'un sel de soude et celle de l'acide correspondant une différence supérieure à trois unités, on a le droit de conclure que l'acide et le sel n'ont pas la même constitution[1].

L'acide oximidocyanacétique est particulièrement intéressant à ce point de vue, car il comporte deux fonctions acides parfaitement caractérisées : CN—C (=NOH)—COOH.

La première molécule de soude donne un sel blanc au carboxyle et la mesure de Δ a donné 1,06; la seconde molécule de soude a engendré un sel jaune CN—C(=NONa)—COONa; une nouvelle mesure de Δ (différence entre la réfraction moléculaire du sel disodique et celle du sel monosodique) a fourni 3,27[2].

Cette méthode a, par la suite, été employée dans plusieurs cas. D'abord E. Bauer[3] a généralisé l'étude de son maître et a prouvé que toutes les molécules isonitrosées à fonction acide sont en réalité des pseudo-acides. Cet expérimentateur a montré de plus que des sels de soude de composés cétoniques, en particulier le cyanocamphre sodé, sont des sels de pseudoacides, et que réfractométriquement le phénol et les crésols sont également des pseudoacides.

Brühl et Schroder ont appliqué cette méthode aux sels sodiques de l'éther camphocarbonique[4] et de l'éther acétique.

MM. A. Haller et P. Th. Muller[5] l'ont appliquée aux sels de sodium de quelques dérivés du méthane dans lesquels 2 ou 3 atomes d'hydrogène sont remplacés par des radicaux négatifs.

1. *Z. f. physik. Ch.*, t. XIX, p. 264 (1896).
2. *J. de Ch. physique*, t. I, p. 207 (1903).
3. Sur les divers cas qui peuvent se présenter, voir E. Bauer : Thèse Nancy, 1904, pages 85-90.
4. *Bull. Soc. Chim.*, t. VII, p. 1019 (1902).

1. A la suite de ces développements, M. P. Th. Muller discute la formule possible de ces sels de soude ; voir aussi à ce sujet A. Haller et P. Th. Muller : *Ann. Ch. Phys.*, [8], t. XV, p. 289 (1908).
2. *J. de Ch. physique*, t. I, p. 207 (1903).
3. E. Bauer : Thèse Nancy, 1904, p. 96 et suivantes.
4. *Ber.*, t. XXXVII, p. 2512 (1904) ; *Z. f. physik. Ch.*, t. L, p. 1 (1904) ; t. LI, p. 1 (1905).
Cette étude sur l'acide camphocarbonique, ses sels, éthers et sels d'éthers, est extrêmement intéressante : elle démontre le parti que l'on peut tirer de recherches chimiques et physicochimiques simultanées.
5. A. Haller et P. Th. Muller : *Ann. Ch. Phys.*, [8], t. XV, p. 289 (1908).

Cette méthode réfractométrique est-elle la meilleure méthode physicochimique d'étude de la tautomérie ?

D'après Hantzsch, pour l'étude du phénomène de tautomérisation, la détermination de la réfraction n'est pas un moyen suffisant pour étayer des conclusions absolues. Cet auteur pense que, si la méthode réfractométrique peut convenir pour des déterminations de constitution de composés organiques saturés ou non saturés, elle donne des résultats plus ou moins incertains avec les corps tautomérisables ou isomérisables. Il pense que l'étude de l'absorption convient mieux dans le cas qui nous occupe et ajoute qu'il n'est plus possible, sous le titre « Détermination de constitution par voie spectrochimique ou optique », de comprendre exclusivement des recherches sur les réfractions moléculaires. Les recherches de Hantzsch ont montré dans tous les cas que la réfraction et l'absorption, au moins dans les composés organiques, sont intimement liées, et qu'une exaltation de la réfraction moléculaire correspond à une exaltation de l'absorption et à l'apparition d'une absorption sélective ou à son décalage vers le domaine des très grandes longueurs d'onde, ce qui est vrai non seulement pour l'acétylacétate d'éthyle et les corps de ce groupe, mais encore pour les nitrophénols, les oxybenzaldéhydes, l'oxyazobenzène, etc. [1]

D'après V. Henri également [2], cette méthode réfractométrique n'est pas la plus sensible pour l'étude des phénomènes de tautomérie. Ce serait celle de la mesure quantitative de l'absorption des rayons ultraviolets, méthode qui serait préférable encore à celle du pouvoir rotatoire magnétique et à la magnétochimie [3].

Dans tous les cas, von Auwers s'exprime ainsi : « Il est désirable que les résultats des titrages au brome et de la réfractométrie soient confirmés par d'autres modes d'investigation, en particulier dans le cas où ces deux méthodes ne donnent pas encore une concordance suffisante [4]. »

1. *Ber.*, t. XLIII, p. 3049 (1910) ; Hantzsch et Meisenburg : *Ber.*, t. XLIII, p. 95 (1910).
2. Société de Chimie physique, recueil 1909-1914, p. 115, séance du 12 octobre 1913.
3. Pascal : *Ann. Ch. Phys.*, [8], t. XIX, p. 52 (1910).
4. *Lieb. Ann.*, t. CDXV, p. 206 (1918).

VIII. — Conclusions

De l'exposé qui précède se dégage avant toutes choses l'influence exaltante des liaisons doubles conjuguées sur la réfraction et la dispersion moléculaires ; toutefois l'exaltation qu'elles provoquent est nulle dans certains cas, voire même négative, comme est nulle également l'influence des liaisons doubles isolées et celle des liaisons doubles contiguës.

Cette conclusion est-elle valable pour toutes les propriétés physiques ? Peut-on, dans l'état actuel de nos connaissances, dire que nous connaissons des relations générales entre la constitution des molécules organiques et leurs diverses propriétés physiques [1] ?

En ce qui concerne les systèmes conjugués, nous les voyons : 1° provoquer également une exaltation sur le pouvoir rotatoire, le pouvoir rotatoire magnétique, la biréfringence magnétique ; 2° exercer une action de dépression sur la chaleur de combustion et la viscosité ; 3° être sans action sur le point d'ébullition, le volume moléculaire, la dissociation électrolytique.

Quant aux liaisons doubles isolées, elles agissent quelquefois d'une façon extrêmement bizarre ; ainsi, dans le cas de la susceptibilité magnétique, des liaisons doubles isolées en nombre supérieur à deux n'interviennent que comme deux d'entre elles.

Malgré tous les travaux réalisés il règne encore sur la plupart des points un profond mystère ; pour ce qui est d'une constante physique donnée, les relations avec la constitution n'apparaissent pas nettement, et lorsqu'on examine l'action d'un élément de constitution sur les différentes grandeurs physiques, des influences disparates se font jour.

« L'époque où la Faculté des Sciences ne comportera plus qu'une chaire dans laquelle seront enseignées les relations algébriques reliant les différentes grandeurs mesurables » semble encore bien lointaine.

R. Cornubert,
Ingénieur Chimiste, Docteur ès Sciences.

1. On trouvera un exposé d'ensemble de la question des relations entre les propriétés physiques et la constitution chimique dans l'ouvrage de Kauffmann : Beziehungen zwischen physikalischen Eigenschaften und chemischer Konstitution (Stuttgart, 1920).

BIBLIOGRAPHIE

ANALYSES ET INDEX

1° Sciences mathématiques

Bigourdan (G.), *Membre de l'Institut et du Bureau des Longitudes.* — **Gnomonique ou Traité théorique et pratique de la construction des cadrans solaires.** — 1 *vol. in-8° de* 214 *p. avec* 104 *fig.* (*Prix* : 10 *fr.*). *Gauthier-Villars et Cie, éditeurs, Paris*, 1922.

Malgré la généralisation de l'emploi des montres et des horloges, les cadrans solaires, si communs autrefois, sont loin d'être abandonnés. Les collectionneurs recherchent les petits modèles, et les grands cadrans sont employés souvent comme motifs de décoration architecturale ou d'ornementation des jardins. C'est en pensant à tous ceux, amateurs, théoriciens, praticiens, qui s'intéressent encore à ces instruments, que M. Bigourdan a écrit le présent ouvrage, où ils trouveront des renseignements de la plus grande utilité.

L'auteur rappelle d'abord, dans un court historique, comment on a passé du gnomon primitif au cadran solaire, puis il expose la théorie des divers types de cadrans : équatoriaux, horizontaux, verticaux, azimutaux, analemnatiques, etc. Il décrit toutes les opérations pratiques que nécessite la construction d'un cadran de type donné, soit par les méthodes graphiques, soit par les méthodes numériques, dont l'emploi est facilité par des tables placées à la fin du volume. On ne peut qu'être reconnaissant à l'auteur d'avoir doté la littérature scientifique moderne d'un ouvrage qui lui manquait.

Simon (Pol), *Chef de Travaux pratiques de Mathématiques à la Faculté des Sciences de Nancy.* — **La recherche des lieux géométriques en Géométrie analytique.** — 1 *vol. in-8° de* 232 *pages* (*Prix* : 18 *fr.*). *Librairie Armand Colin, éditeur, Paris*, 1922.

Les débutants en Géométrie analytique éprouvent généralement quelque embarras, lorsqu'ils appliquent les méthodes de cette science à la recherche des lieux géométriques. Ils commettent des confusions entre les coordonnées d'un point du lieu à chercher, et les coordonnées d'autres points figurant dans la question. L'ouvrage de M. Pol Simon est destiné à leur venir en aide, et à leur montrer, par des exemples très simples, comment on trouve un lieu géométrique.

L'ouvrage est d'une extrême simplicité ; point de déterminants, point de dérivées, point de notations abrégées, ni de coordonnées trilinéaires Au début, une préface qui fait partie intégrante de l'ouvrage, et doit être lue par l'étudiant. On y explique la méthode constamment suivie, et on y donne les formules utiles en très petit nombre. Pour éviter la confusion dont j'ai parlé, x et y désignent toujours les coordonnées d'un point du lieu, X et Y les coordonnées d'un point quelconque d'une ligne autre que le lieu.

L'ouvrage est divisé en quatre livres qui correspondent aux quatre livres de la Géométrie élémentaire plane. Les problèmes qu'il contient sont toujours simples. La solution géométrique est toujours donnée après la solution analytique. Dans beaucoup de cas la solution géométrique est la plus simple et paraît la plus naturelle. Quelquefois, comme dans la recherche de la figure inverse d'une droite ou d'un cercle, elle est classique et connue du lecteur. Mais dans d'autres cas la solution analytique semble préférable. Ainsi le lieu des points dont la somme des carrés des distances aux sommets d'un polygone est constante, et les autres problèmes analogues se traitent mieux par la Géométrie analytique. Pour les traiter géométriquement, il faut faire usage de relations compliquées, et dont la démonstration, si on voulait la faire, se ferait plus simplement par la Géométrie analytique.

Cet ouvrage simple et élémentaire sera utile aux débutants, et l'on peut souhaiter qu'il ne soit qu'un premier volume, et que par la même méthode toute simple l'auteur traite d'autres questions sur les coniques, ou les courbes de degré plus élevé.

J. Richard,
Professeur au Lycée de Châteauroux.

Le Gavrian (P.), *Ingénieur en chef des Ponts et Chaussées, Professeur à l'Ecole nationale des Ponts et Chaussées.* — **Les Chaussées modernes.** — 1 *vol. gr. in-8° de* 430 *p. avec* 89 *fig. des* Grandes Encyclopédies industrielles (*Prix* : *broché*, 40 *fr.*; *relié*, 50 *fr.*). *J. B. Baillière et fils, éditeurs, Paris*, 1922.

La chaussée, qui avait vu son importance économique fortement diminuée par les chemins de fer, a repris son rôle dès que la traction mécanique a pu aborder, dans des conditions industrielles, les transports de voyageurs et de marchandises.

Déjà, les quelques années avant la guerre avaient vu se dessiner le retour à la route. Le rôle qu'elle a joué pendant les hostilités, et pendant les années 1919 et 1920 où la désorganisation des voies ferrées était à peu près complète, a montré ce qu'on pourrait attendre d'elle si... elle était constituée pour ce qui doit être sa destination moderne. Malheureusement, en France au moins, car en Amérique et en Angleterre la question a davantage été étudiée, les méthodes de construction et d'entretien des routes n'ont pas évolué parallèlement à la circulation nouvelle. Aussi, notre magnifique réseau routier de jadis se ressent actuellement fortement de cette circulation automobile, laquelle désorganise les revêtements qui ne sont plus en mesure de résister aux actions destructives résultant de la vitesse et du poids des véhicules. Pourtant on réagit sous l'empire des nécessités qui se manifestent.

On jugera de l'effort tenté déjà en lisant (annexe 3.580 des *Documents parlementaires de la Chambre*, à la page 562 du chapitre 9 traitant des méthodes nouvelles d'entretien des routes, en vue de la circulation automo-

bile), dans le rapport fait au nom de la Commission des Travaux publics et des moyens de communication, chargée d'examiner le projet de loi fixant les conditions d'attribution de subventions de l'Etat pour l'organisation de Services publics de transports automobiles, l'énumération des applications récemment exécutées de revêtement moderne des chaussées. On devra beaucoup dans ce sens à l'actuel Ministre des Travaux Publics, M. Le Trocquer, qui a saisi son Administration de cette question par ses circulaires du 12 novembre 1919 et du 2 mai 1921 et qui, d'autre part, par la sage limitation de l'article 2 du nouveau Code de la Route (décret du 27 mai 1921), a imposé la pression maximum de 150 kg. par centimètre de largeur du bandage, pour l'effort exercé par une roue sur la chaussée.

La technique des routes modernes est donc à présent l'objet de vives préoccupations, mais le sujet est encore trop neuf pour être définitivement fixé, et les notions la concernant, en France du moins, ont jusqu'ici le grave défaut de n'avoir pas été rassemblées et condensées. Les ingénieurs qui s'y intéressent sont donc embarrassés pour découvrir la documentation certaine dont ils ont besoin, car cette documentation reste éparse dans des mémoires, des brochures fragmentaires et des comptes rendus d'expériences.

Si quelques ouvrages anglo-saxons ont été écrits sur le sujet, ils n'ont pas été traduits, et, le fussent-ils, ils ne sauraient tels quels se passer de commentaires, car les méthodes qu'ils décrivent ne pourraient être transportées chez nous sans une adaptation que rend nécessaire la diversité des climats, la qualité des matériaux, etc.

Or, M. Le Gavrian, appuyé sur de nombreuses expériences personnelles, et sur une pratique professionnelle déjà longue, était mieux qualifié que tout autre pour satisfaire à ce besoin qu'ont les ingénieurs chargés d'un Service de voirie, de posséder enfin un ouvrage d'ensemble sur la question. C'est ce qu'il a fait dans ce volume de la collection Baillière, où il a transposé ses leçons orales à l'Ecole des Ponts et Chaussées.

Il a divisé son ouvrage en deux parties. Dans la première, avant d'entrer dans le vif de son sujet, il a cru devoir, afin de lever la confusion qui existe dans les appellations des matières employées dans les revêtements, traiter de la terminologie américaine, allemande et anglaise, et enfin de la terminologie française qu'il a proposée pour les matériaux goudronneux, bitumeux et asphaltiques à la Commission Permanente de Standardisation. Il passe alors à l'étude propre des liants hydrocarbonés, le goudron de houille et ses dérivés, les bitumes, asphaltes et pétroles, et enfin de leur méthode d'essais et de celle des mélanges agglomérés.

La deuxième partie est relative à la condition des revêtements des chaussées. Il distingue trois sortes de revêtements:

1° les revêtements utilisant les liants hydrocarbonés, c'est-à-dire les revêtements agglomérés avec le goudron, ou avec le bitume et l'asphalte;

2° les revêtements utilisant les liants hydrauliques, c'est-à-dire le béton et le macadam;

3° enfin, les revêtements à éléments réguliers constitués par les pavages en bois, en mosaïque, en briques, carreaux et pavés artificiels.

L'ouvrage se termine par des annexes : la première forme lexique concernant les matériaux et les procédés employés dans la construction des chaussées modernes; la deuxième rappelle les instructions ministérielles dont nous avons parlé; la dernière est relative aux coefficients de traction et à quelques données numériques utiles.

Un index alphabétique très développé facilitera les recherches, et une bibliographie placée en tête du volume permettra aux intéressés de se documenter plus parfaitement sur tel sujet déterminé.

Quoique ne fixant aucune doctrine, car la matière n'est pas entièrement explorée et beaucoup de recherches restent à faire, l'ouvrage de M. Le Gavrian, qui est, comme nous l'avons dit, unique dans la littérature française, rendra d'énormes services à tous ceux qui, à quelque degré que ce soit, ont à s'occuper de questions de voirie, et il n'est pas douteux qu'il sera très favorablement accueilli des ingénieurs et des entreprises de Travaux Publics.

L. Potin.

2° Sciences physiques

Borel (Em.). — **L'Espace et le Temps.** — 1 *vol. in*-16 *de* 245 *p. de la* Nouvelle Collection scientifique (*Prix* : 8 *fr.*). *Librairie Félix Alcan, Paris*, 1922.

Haldane (Lord). — **Le Règne de la Relativité.** *Traduction française de* H. de Varigny. — 1 *vol. in*-8° *de* 320 *p.* (*Prix* : 30 *fr.*). *Gauthier-Villars et Cie, Paris*, 1922.

Parmi les nombreux ouvrages traitant de la Relativité qui se disputent aujourd'hui la faveur du public, celui que nous offre M. Borel mérite une mention à part.

Ce n'est pas une simple compilation, exposant avec plus ou moins de bonheur dans un cadre devenu classique les idées d'Einstein et de ses disciples, mais le livre d'un maître qui a réfléchi et mûri les questions qu'il traite et qui présente ses réflexions au lecteur.

On ne trouvera donc pas ici un exposé didactique des théories de la Relativité, pour lesquelles il ne manque plus désormais en langue française d'ouvrages spéciaux tant élémentaires que savants, mais une discussion approfondie des hypothèses fondamentales de la Géométrie et de la Physique, avec les modifications que la théorie de la Relativité est venue leur imposer. L'auteur fait, suivant sa propre expression, une promenade intellectuelle autour des théories d'Einstein et, chemin faisant, en décrit quelques aspects insistant plus particulièrement sur la notion d'espace et de temps ainsi que sur les difficultés de toutes sortes que soulève leur mesure. Laissant délibérément de côté les banalités courantes en la matière et dont l'invariable répétition finit par lasser le lecteur même le plus indulgent, il dissèque scientifiquement, car toute métaphysique est rigoureusement exclue, les fondements de la Géométrie et de la Physique, montre leur élaboration et analyse leur degré d'approximation.

Voici, pour fixer les idées, les titres des différents chapitres dans leur ordre de succession :

La Géométrie et la figure de la Terre. — L'espace et le Temps en Astronomie. — La Géométrie abstraite et les cartes géographiques. — La continuité et la topologie. — La propagation de la lumière. — La théorie de la Relativité restreinte. — La théorie de la Relativité générale.

Puis, renvoyées en fin de volume, trois notes d'un caractère plus technique :

La Cinématique de la Relativité restreinte. — Sur les Hypothèses fondamentales de la Physique et de la Géométrie. — Le continu mathématique et le continu physique.

Une introduction détaillée, intitulée « De Newton et Poincaré à Einstein », constitue d'autre part une excellente préparation au corps de l'ouvrage.

Nous ne pouvons songer naturellement à examiner par le menu les nombreuses idées souvent originales exprimées dans ce livre; ce serait se substituer au lecteur. Disons seulement que l'auteur y fait une large place aux considérations géométriques et insiste avec raison sur l'importance croissante de la discontinuité physique, discontinuité qui s'oppose en un certain sens à la théorie de la Relativité puisque celle-ci est essentiellement bâtie sur la notion de continuité.

Ces diverses vues sont exposées en un langage précis, facilement accessible et toujours très clair; illustrées par des exemples particulièrement bien choisis, empruntés pour la plupart à l'histoire de la science, elles rendent l'ouvrage aussi attrayant que profond.

***

La théorie de la Relativité aura eu cette fortune singulière pour une discipline de Physique mathématique d'éveiller la curiosité et d'exciter les commentaires aussi bien des philosophes que des mathématiciens; et par philosophes nous entendons ici non seulement ceux qui cultivent la philosophie des sciences, mais ceux-là également qui s'adonnent, comme Lord Haldane, aux spéculations métaphysiques. Au fond, cet engouement se comprend et s'explique si l'on considère que, sous le manteau de son appareil analytique, la théorie de la Relativité recouvre une manière de voir nouvelle du monde et des choses.

Cependant il ne faudrait pas s'imaginer, prenant le titre à la lettre, que l'ouvrage de Lord Haldane est uniquement consacré à l'extension de la Relativité au domaine philosophique; si quelques chapitres du livre traitent effectivement de cette théorie et de ses bases métaphysiques, plusieurs autres y sont étrangers et l'idée de Relativité n'y apparaît que secondairement, quelquefois même qu'incidemment.

L'ouvrage est divisé en quatre grandes parties.

Dans la première, la théorie est étudiée sous son aspect scientifique ordinaire et l'auteur y confronte les diverses manières de comprendre le principe, dont celles de Whitehead et d'Einstein. Une idée chère à l'auteur, d'ailleurs fort juste et que nous retrouvons à plusieurs reprises, est que science et philosophie se touchent et que volontairement ou à son insu le physicien est au cours de ses préoccupations fréquemment entraîné sur le terrain mouvant qui les sépare.

La seconde partie est avant tout consacrée à la théorie de la connaissance; c'est ici qu'interviennent et se placent les fondements méthaphysiques de la Relativité. L'auteur y traite successivement de la part du soi dans la connaissance, compare l'apparence à la réalité et fait ressortir plusieurs niveaux et différents degrés dans la formulation de la vérité.

La troisième partie, qui sera pleinement goûtée par les amateurs de discussions métaphysiques, contient diverses appréciations sur la philosophie grecque, principalement sur l'œuvre d'Aristote, ainsi que des commentaires sur le réalisme des modernes. Puis l'auteur passe en revue les opinions de Locke, Berkeley, Kant, Hegel, Schopenhauer et Bergson se rattachant à son sujet. A notre grand étonnement, nous n'avons pas trouvé une seule fois le nom d'Aug. Comte, qui pourtant a laissé dans ces questions la trace d'un maître et qui méritait ici au moins une citation, lui qui a proclamé en tête de sa philosophie positive le Relativisme universel.

La quatrième et dernière partie, enfin, est une étude des relations de l'homme avec ce qui l'environne, rapports de l'individu avec la société, avec l'état; et, pour terminer, un examen de conceptions anthropomorphiques et autres des idées de divinité et d'immortalité de l'âme.

Comme on peut s'en rendre compte par cette brève analyse, l'ouvrage consiste surtout en un ensemble de réflexions diverses sur des sujets d'ordre très varié allant de la Géométrie au Spiritualisme. Ainsi compris, le livre plaira aux esprits de tournure métaphysique et aussi au public éclectique qui y trouvera ample matière à philosopher.

Ajoutons que le traducteur a su rester rigoureux et que la pensée de l'auteur a été fidèlement rendue, quelque tourmentée qu'elle puisse paraître en certains passages.

MAURICE SAUGER.

A Dictionary of Applied Physics, *edited by* SIR RICHARD GLAZEBROOK. — Vol. I : **Mechanics, Engineering, Heat.** — 1 *vol. in-8° de* IX-1067 *p. avec fig.* (*Prix cart* : 63 *sh.*). *Macmillan and Co, éditeurs, Londres*, 1922.

Les applications de la Physique à l'industrie ont pris depuis vingt-cinq ans un développement considérable. Il est devenu de plus en plus difficile, pour les ingénieurs et les techniciens, d'acquérir, même partiellement, les connaissances qui se rattachent à ces applications et même de se documenter à leur sujet. Les recherches modernes sont en effet dispersées dans d'innombrables revues spéciales, dont les unes sont d'un caractère proprement scientifique, les autres plutôt techniques, de sorte que, pour se faire une idée à peu près correcte de l'état actuel d'un problème de Physique appliquée, il est en général nécessaire de faire un effort bibliographique considérable, souvent disproportionné avec la valeur des renseignements obtenus.

Le but du Dictionnaire de Physique appliquée dont le premier volume vient de paraître est de remédier à cet état de choses. Sous la haute direction de Sir Ri-

chard Glazebrook, de nombreux collaborateurs se sont chargés de rassembler, sous une forme à la fois claire et compacte, les renseignements les plus précis et les plus récents que nous possédions sur les problèmes de la Physique appliquée. Ces collaborateurs ont d'ailleurs été choisis avec soin parmi les personnalités les plus compétentes de langue anglaise, et, bien que l'on puisse déplorer, à certains égards, que presque aucun étranger n'ait été sollicité de participer à cette œuvre, il faut reconnaître que, dans l'ensemble, on ne peut que se louer des choix qui ont été faits.

Plusieurs difficultés se présentaient dans la réalisation d'une œuvre aussi considérable. Adopter rigoureusement dès le début l'ordre alphabétique risquait de créer une confusion presque inextricable. Aussi les rédacteurs ont-ils préféré diviser d'abord le sujet en vastes chapitres, dont chacun fait l'objet d'un volume séparé. A l'intérieur de chaque volume, on revient à l'ordre alphabétique, qui se trouve ainsi ne porter que sur des sujets apparentés les uns aux autres.

Le premier volume, seul paru actuellement, se rapporte, comme l'indique son sous-titre, à la mécanique physique, aux moteurs mécaniques ou thermiques, aux propriétés calorifiques des solides et des fluides, etc. Les éditeurs se proposent de faire paraître, de trois en trois mois, les volumes suivants, qui seront consacrés à l'électricité (tome II), à la météorologie et aux mesures physiques (tome III), à l'optique, à l'acoustique et aux radiations (tome IV), enfin à la métallurgie et à l'aéronautique (tome V). Si ce programme peut être accompli, l'ouvrage ne pourra manquer de rendre des services signalés aux ingénieurs aussi bien qu'aux physiciens.

Le volume actuel nous montre avec quel art les éditeurs anglais savent surmonter les problèmes typographiques les plus difficiles. Il s'agissait, dans les 1.000 pages du livre, de faire tenir la matière d'innombrables ouvrages techniques, d'y loger en plus des figures nombreuses et claires, et cela en rendant sa lecture facile et même agréable. Ce problème a été résolu de main de maître : le caractère, quoique petit, est très net et agréable à l'œil, le papier est d'une qualité presque luxueuse, et malgré cela le volume reste très maniable et même assez élégant.

Quant à la valeur même des articles, seule une pratique assez prolongée permettra d'en juger d'une manière définitive. Ceux d'entre eux que nous avons examinés de près nous ont paru, malgré quelques inégalités, d'une qualité tout à fait satisfaisante. D'ailleurs les noms des signataires sont en général les meilleurs garants de cette qualité. Ainsi c'est le Laboratoire de Recherches de la General Electric Company (Langmuir et ses collaborateurs) qui s'est chargé de l'article sur les pompes à vide; ce sont MM. Griffiths qui ont rédigé les articles sur l'équivalent mécanique de la calorie, la calorimétrie et la pyrométrie; c'est à Sir James Alfred Ewing que nous devons les articles sur la thermodynamique, la liquéfaction des gaz et la théorie des moteurs thermiques, à M. Horace Lamb que nous devons les articles d'ordre théorique sur l'hydrodynamique et la conduction de la chaleur, etc.

Chaque article se termine par la bibliographie des principaux ouvrages et mémoires se rattachant à la question, bibliographie à laquelle on peut reprocher quelquefois une certaine partialité en faveur des Anglais et des Américains (c'est le cas par exemple pour les articles de Sir Ewing). Le volume lui-même se termine par un double index, d'un emploi très commode, avec classification par noms d'auteur et aussi par matières.

Il nous reste, pour conclure, à exprimer deux vœux. Le premier est que le change français s'améliore suffisamment pour que les bibliothèques scientifiques et techniques puissent, sans s'imposer une charge excessive, acquérir ce très précieux ouvrage, dont la valeur marchande est naturellement en rapport avec l'énorme somme de travail intellectuel et matériel qu'il a fallu dépenser pour sa réalisation. Le second est que les savants et les éditeurs français entreprennent, sans trop de retard, une œuvre analogue et ne se laissent pas toujours devancer par l'étranger quand il s'agit d'accomplir une besogne, lourde à la vérité, mais aussi profitable finalement au point de vue matériel qu'aux points de vue scientifique et national.

EUGÈNE BLOCH.

Jauch (L.), *Mécanicien en chef de la Marine.* — **Le Pétrole et son industrie.** — 1 *vol. in-8° de* 366 *p. avec* 71 *fig.* (*Prix* : 25 *fr.*) : *Augustin Challamel, éditeur, Paris*, 1921.

L'ouvrage de M. le Mécanicien en chef Jauch paraît au moment où, après une guerre dont on a pu dire qu'elle fut une guerre de pétrole et d'essence, la politique mondiale paraît être devenue, elle aussi, « une politique du pétrole ».

Chargé de mission en Roumanie, où il fit avant la guerre un assez long séjour, l'auteur put y étudier sur place toutes les questions se rattachant à l'extraction et à l'industrie du pétrole. Adjoint, tout dernièrement, à l'Inspecteur Général des Combustibles, au Ministère de la Marine, il put rassembler une abondante documentation concernant l'utilisation et la réglementation du pétrole et de ses dérivés. Le livre qu'il publie aujourd'hui doit d'avoir été aussi rapidement connu, moins encore à l'opportunité de sa publication qu'à ses qualités techniques et à la valeur des renseignements qu'il fournit.

Dans un premier chapitre sont exposées la nature, les propriétés et la constitution des pétroles. Les notions de chimie indispensables au praticien y sont traitées avec clarté, mais en évitant une ampleur qui eût été déplacée dans un ouvrage essentiellement pratique. Les diverses théories relatives à l'origine du pétrole y sont rapidement passées en revue.

Dans le chapitre II sont indiqués les principaux gisements pétrolifères du globe, la valeur de leur production ainsi que les Compagnies et Sociétés industrielles chargées de les exploiter. Des schémas et des cartes illustrent abondamment le texte.

Dans un troisième chapitre qui traite « de l'extraction, du transport et du magasinage des pétroles », l'auteur expose les divers procédés de prospection, de forage

et de vidange des gisements pétrolifères. La documentation est ici particulièrement riche et d'une précision que seul pouvait donner un observateur avisé ayant vu tout ces procédés à l'œuvre.

Le magasinage et le transport des pétroles font l'objet d'un exposé complet au cours duquel ont été énumérés et classés tous les dépôts maritimes commerciaux des combustibles liquides. Le chapitre se termine par l'étude des accidents qui peuvent survenir au cours des manipulations et sur les moyens mis en œuvre pour prévenir et combattre les incendies.

Le chapitre V décrit les différentes méthodes de distillation et de raffinage et expose la législation douanière du pétrole.

L'ouvrage se termine par un chapitre où sont traitées les méthodes de détermination des constantes physiques ainsi que les procédés d'analyse des pétroles et de leurs dérivés. Les conditions de recettes adoptées dans les divers pays font l'objet d'un examen qui joint à l'incontestable mérite d'être complet celui de réunir, pour la première fois, une documentation jusqu'ici éparse.

Ce livre a été écrit dans le but de condenser pour les techniciens des données élémentaires assez précises. Ce n'est donc point une Encyclopédie touffue, mais un traité complet et d'une remarquable précision sur une question dont nulle vue d'ensemble n'avait encore été donnée. Ce livre, bien « qu'écrit pour les techniciens », sera lu avec profit par tous ceux que la question du pétrole intéresse. Sa forme condensée ne nuit point à la clarté de l'exposition et sa lecture en demeure facile. La faveur qui a salué son apparition en est la meilleure preuve et son meilleur éloge.

BERGER,
Mécanicien Général de la Marine D. C. R.

3° Sciences naturelles

Vidal de la Blache (P.), *Membre de l'Institut.* — **Principes de Géographie humaine**, *publiés d'après les manuscrits de l'auteur par Emmanuel* DE MARTONNE. — 1 *vol. in-8° de* 327 *p., avec* 2 *cartes en noir et* 4 *cartes en couleur hors texte* (*Prix :* 25 *fr.*). *Librairie A. Colin, Paris*, 1922.

P. Vidal de la Blache, chef de notre Ecole géographique, est mort le 5 avril 1918, en pleine vigueur intellectuelle, laissant inachevé l'ouvrage publié aujourd'hui par les soins éclairés de M. E. de Martonne. Cet inachèvement est d'autant plus regrettable que la Géographie humaine n'est pas faite, que l'on discute encore son objet et sa méthode, et qu'il eût été infiniment précieux d'avoir, écrit par un maître de cette valeur, un ouvrage complet sur une science en formation.

La matière intéressait vivement P. Vidal de la Blache, puisque, dès 1905, il avait rédigé un plan de ce livre. Quelques chapitres en avaient été publiés dans les *Annales de Géographie*. Grâce au rassemblement critique opéré par M. de Martonne, nous avons au moins l'essentiel comme texte ; ce qui fait évidemment le plus défaut, dans une œuvre de ce genre, c'est l'illustration, malgré l'intérêt très grand des six cartes hors texte consacrées aux grandes cultures de céréales, à la périphérie urbaine des régions arides, à la répartition de la population et aux matériaux caractéristiques des formes de civilisation.

Les *Principes de Géographie humaine* se composent d'une introduction sur le sens et l'objet de cette branche de connaissance, et de trois parties. La première traite de la répartition des hommes sur le globe : densité, migrations, agglomérations. La seconde étudie les formes de civilisation : les instruments et le matériel, les moyens de nourriture, les moyens de construction, les établissements humains, l'évolution des civilisations. La troisième partie a pour objet la circulation et décrit les moyens et les voies de transport : routes, chemins de fer, mer. Le livre se termine par des fragments détachés sur la formation des races, la diffusion des inventions, les genres de vie et domaines de civilisation, la ville.

La simple lecture des matières énumérées suffit à montrer que, comme le souligne M. de Martonne, « le point de vue historique pénètre, domine, inspire l'examen, le classement, l'explication de tous les faits ». P. Vidal de la Blache est venu à la géographie par l'histoire ; toute son œuvre géographique est pénétrée de cette formation. Ses *Principes*, notamment, sont une merveilleuse introduction géographique à une histoire universelle de la civilisation. Ce sont d'admirables fresques, des vues d'ensemble richement éclairées, suggestives d'horizons nouveaux. Mais, tout cela, est-ce bien entièrement de la Géographie humaine ? Puisque cette science est en gestation, il est bien permis de discuter son objet. Etude des rapports entre l'homme et la terre, elle s'exprime différemment suivant que l'auteur accorde la prépondérance à l'un des deux facteurs, la terre ou l'homme. P. Vidal de la Blache penche pour le facteur humain et sa géographie perd pied, si je puis dire, lorsqu'il se laisse entraîner à décrire l'évolution des civilisations. Le « paysage » qui est, en quelque sorte, la pierre de touche du phénomène géographique s'évanouit parfois quand il est question de migrations, de matériel ethnographique, d'inventions, de progrès. Toutes ces pages sont bien imprégnées du meilleur esprit géographique, et ce qui fait leur valeur c'est qu'aucun historien ou sociologue n'aurait pu les écrire, mais je crois qu'elles appartiennent plutôt au domaine de l'Histoire qu'à celui de la Géographie humaine, science des « paysages » tracés par la main de l'homme.

PIERRE CLERGET,
Directeur de l'Ecole supérieure
de Commerce de Lyon.

Burkitt (M. C.), *M. A., F. G. S.* — **Prehistory.** A STUDY OF EARLY CULTURES IN EUROPE AND THE MEDITERRANEAN BASIN, *with a short preface by l'abbé* H. BREUIL, *professor at the Institute of Human Paleontology, Paris.* — 1 *vol. in-8° de* XX + 439 *p. avec* XLVIII *pl.* (*Prix* : 35 *sh.*). *Cambridge, University Press*, 1921.

L'exposé très clair de M. Burkitt sur l'état de nos connaissances en Préhistoire est presque limité à l'Europe et à l'Afrique du Nord, c'est-à-dire aux seules régions sur lesquelles notre documentation soit assez

étendue. Un tableau montre, dès le début de l'ouvrage, la classification adoptée, en conformité avec les idées directrices de l'École française. Dans un bref exposé historique, une large part est faite aux découvertes les plus importantes de nos compatriotes. Les études géologiques sont prises comme base des recherches préhistoriques, notamment celles ayant pour point de départ l'examen de la série des glaciations. Peut-être les subdivisions admises pour les périodes lithiques sont-elles un peu trop nombreuses (Magdalénien I, II, III, IV, V, VI, par exemple) : nous sommes loin de pouvoir encore affirmer qu'il s'agit là d'horizons ayant même une valeur géographique un peu large.

Pour chaque période préhistorique, l'auteur insiste, indépendamment des caractères archéologiques, sur la distribution géographique et la faune, avec listes de localités et d'espèces animales. Les différentes races humaines sont décrites sommairement avec l'indication des localités qui ont fourni les restes fossiles et de leur âge exact.

Mais ce sont surtout les grottes avec peintures rupestres du Sud de la France et de l'Espagne qui font ici l'objet de développements importants. Dans toute cette étude et plus particulièrement dans l'établissement d'une chronologie de l'art quaternaire, l'auteur s'inspire très largement des travaux de l'abbé H. Breuil.

Les questions de chronologie, de localisation suivant des provinces ethnographiques, de variations fauniques en rapport avec les changements de climat ou la diversité des conditions locales, sont l'objet d'importants développements qui donnent au livre de M. Burkitt les caractères d'une élégante synthèse sur l'art paléolithique des cavernes d'après les belles découvertes récentes.

Un chapitre final envisage comparativement les civilisations paléolithiques et les cultures des peuples archaïques actuels ou disparus depuis peu. M. C. Burkitt tend à voir dans la magie sympathique la raison d'être de l'art des cavernes.

L'excellente bibliographie qui termine le livre met nettement en relief le rôle prépondérant joué par les savants français en Préhistoire : 150 références sur un total de 250. Le superbe atlas de 48 planches qui accompagne le texte donne la première vue d'ensemble de l'art paléolithique.

L. Joleaud,
Maître de Conférences à la Faculté
des Sciences de Paris.

Chevalier (Aug.), *Directeur du Laboratoire d'Agronomie coloniale, Chef de la Mission permanente d'Agriculture au Ministère des Colonies.* — **Histoire et amélioration des Pommiers et spécialement des pommiers à cidre.** — 1 *vol. in-8° de* 72 *p.* (*Prix* : 5 *fr.*). *Laboratoire d'Agronomie coloniale*, 57, *rue Cuvier, Paris*, 1921.

L'auteur s'est proposé de faire connaître en France des travaux américains, souvent trop ignorés, même dans nos pays à cidre du Nord-ouest. Il montre l'historique des problèmes posés en Pomologie, et ceux qui ont été résolus ou appellent de nouvelles recherches. Tout en apportant des observations personnelles, il attire aussi l'attention sur la possibilité de développer la culture du pommier dans des contrées montagneuses de colonisation tropicale : Indo-Chine et Madagascar.

D'une façon générale, les 32 espèces principales de *Malus* actuellement connues n'ont fait l'objet que de recherches et d'études très incomplètes. C'est le *Malus dasyphylla* d'Asie qui a fourni la plupart des formes du *Malus domestica*. L'auteur nous donne d'utiles indications de répartition géographique de ces espèces et sur la nature hybride de quelques-unes. Il y a, paraît-il, 3.000 à 4.000 variétés dénommées de pommiers, le Catalogue français n'en retenant qu'une soixantaine méritantes et recommandables parmi les 80.000 à 100.000 sortes qui sont connues sur notre territoire. C'est en Biscaye qu'est née la culture du pommier à cidre. Celle-ci s'est étendue dans le Nord-Ouest français, en Angleterre, dans le sud du Chili où le pommier a pris l'apparence d'une plante sauvage formant de petites forêts. L'Amérique du Nord, l'Afrique du Sud, la région australe du Pacifique possèdent aujourd'hui des pommiers à cidre extrêmement variés et adaptés aux conditions écologiques locales. Les anciennes variétés sont souvent en décadence et doivent être rajeunies. Il est possible d'obtenir des variétés parthénocarpiques dont les fruits se développent sans avoir été fécondés, et par suite sont sans pépins.

D'autre part, c'est un fait assez connu que les soins donnés aux vergers de pommiers et à la préparation du cidre sont chez nous trop négligés. La récolte n'y est pas régulière, et ne présente souvent qu'une bonne année sur deux. La méthode scientifique peut remplacer beaucoup de variétés médiocres par des fruits de choix, particulièrement dans la création des grands vergers qui ne considèrent pas la production fruitière comme un accessoire de l'exploitation.

Edmond Gain,
Directeur de l'Institut agricole
et colonial de Nancy.

Champy (Christian), *Professeur agrégé à la Faculté de Médecine de Paris.* — **Etude expérimentale sur les différences sexuelles chez les Tritons** (*Triton alpestris* Laur). — 1 *vol. in-8° de* 180 *p. avec* 82 *fig. et* 4 *pl. dont* 1 *en couleur* (*Prix* : 25 *fr.*). *Fascicule* VIII *des* Archives de Morphologie générale et expérimentale. *G. Doin, éditeur, Paris*, 1922.

Depuis une vingtaine d'années, l'attention des physiologistes a été particulièrement attirée par le problème des rapports unissant entre eux les différents caractères sexuels; mais, malgré le grand nombre des publications consacrées à ce sujet, nos connaissances demeurent encore bien imprécises. Aussi faut-il savoir gré à M. Champy d'avoir repris l'étude de la question sans idées préconçues et d'apporter, dans le présent travail, avec des vues très personnelles, une abondante moisson de faits soigneusement observés.

Les recherches ont porté sur le Triton alpestre, qui offre le double avantage de supporter facilement la

captivité et de présenter des caractères sexuels externes très nets. La plus grande partie de ceux-ci n'apparaissent qu'à la saison des amours; aussi était-il indispensable, avant toute expérimentation, de comparer leur évolution saisonnière avec celle de la glande sexuelle; c'est ce que fait l'auteur dans la première partie de son travail. De ses études anatomiques et histologiques, il conclut que l'apparition des caractères temporaires est liée, chez le mâle, à la présence de spermatozoïdes mûrs, et, chez la femelle, à celle d'œufs renfermant des enclaves vitellines. La régression de la parure de nôces est d'ailleurs assez irrégulière; elle coïncide avec la poussée annuelle de spermatogénèse, et avec la disparition concomitante de la réserve nutritive constituée par le tissu adipo-glandulaire.

Dans une seconde partie, l'auteur vérifie les données précédentes au moyen de l'expérimentation. A la castration chirurgicale qui introduit de nombreuses causes d'erreur, il préfère généralement substituer la castration alimentaire. En soumettant des Tritons au jeûne total au moment de la spermatogénèse, on obtient des animaux dont les testicules sont dépourvus de cystes à spermatozoïdes. Afin que l'action directe du jeûne soit éliminée, les Tritons sont ensuite copieusement nourris, et, dans ces conditions, l'on constate qu'une fois passée la période propice, les spermatozoïdes ne se forment plus et que la parure des noces fait également défaut, malgré la présence d'un tissu adipeux abondant. Dans un cas où le jeûne a été poussé au point d'amener l'atrophie totale du testicule, il s'est produit un phénomène très curieux : l'inversion du sexe. Alimenté à nouveau, l'animal a pris, peu à peu, l'aspect de la femelle et, à l'autopsie, s'est révélé porteur d'ovaires. Ce résultat singulier semble dû à ce que l'épithélium germinatif reforme plus facilement des ovocytes que des spermatocytes. L'auteur, après avoir montré que rien n'autorise à croire à la présence d'un chromosome accessoire, conclut que le sexe des gonades n'est sûrement pas prédéterminé. Pour interpréter sainement ce cas d'inversion, il faut se rappeler que, chez les Batraciens, le sexe est particulièrement labile, et que l'on observe normalement, chez le Triton, un véritable hermaphrodisme canaliculaire temporaire, c'est-à-dire que le canal de Muller se reforme chez le mâle pendant la période de régression annuelle.

L'idée principale qui se dégage du travail de M. Champy est que les caractères sexuels ne sont pas conditionnés par les glandes interstitielles, mais par la présence de produits sexuels mûrs. Cette conception sera certainement très discutée, car elle est en désaccord avec ce qui est généralement admis à la suite des travaux de Bouin, d'Ancel et de leurs élèves, de Steinach, etc. Il faut, en tout cas, louer l'auteur d'avoir dénoncé l'abus qu'il y a à parler de glande et de sécrétion là où l'on ne constate que des corrélations. Il est bien certain que le fonctionnement d'un organe peut modifier le milieu intérieur et créer ainsi des conditions déterminantes sans qu'il y ait nécessairement sécrétion d'hormones.

Une illustration abondante permet au lecteur de se rendre compte de tous les faits sur lesquels l'auteur fonde ses conceptions.

R. de La Vaulx,
Docteur ès Sciences.

4° Sciences médicales

Marchadier (A. L.) et **Goujon** (A.). — **Les poisons méconnus.** — 1 *vol. in*-18° *de* 286 *p. de la* Bibliothèque de Philosophie scientifique (*Prix* : 7 *fr.* 50). *Ern. Flammarion, éditeur, Paris*, 1922.

Le livre de MM. Marchadier et Goujon vous fait à la lecture passer un petit frisson : en effet, ce volume est une étude des innombrables poisons qui guettent à chaque pas notre santé et menacent notre vie; ils sont d'autant plus traîtres que beaucoup d'entre eux sont insoupçonnés.

C'est d'abord l'histoire des ptomaïnes et des intoxications alimentaires, puis des maladies causées par des microbes hôtes occasionnels d'aliments le plus souvent sains : huîtres et fièvre typhoïde, viandes charbonneuses, moules, etc. C'est ensuite un très curieux chapitre consacré aux empoisonnements dus à des mets inoffensifs généralement : la bière à picrotoxine, le miel, l'innocent miel lui-même qui peut devenir toxique quand les abeilles qui l'ont produit ont butiné des fleurs d'aconit ou de digitale, les haricots exotiques, les laitues montées en graines qui peuvent encore causer des intoxications.

L'importante question des vitamines et le danger des aliments stérilisés sont également fort judicieusement exposés. A cette question se rattachent aussi d'intéressantes études sur le pain blanc, le blutage des farines, et les impuretés que celles-ci peuvent contenir : ergot de seigle, nielle, etc.

Les auteurs étudient les impuretés de nos boissons : les eaux dangereuses (eaux éberthisées, eaux génératrices de goître, eaux plombifères et saturnines); le lait que le mouillage avec des eaux impures peut souiller de microbes divers, et qui peut être toxique par lui-même si les vaches ont brouté des aliments toxiques; le vin, dangereux par les opérations de plâtrage, surplâtrage, déplâtrage; la bière, qui peut contenir des quantités importantes d'arsenic.

De longues pages nous exposent le danger des produits falsifiés, des denrées de remplacement, les ersatz des Allemands, qualifiés en France du délicat euphémisme de « fantaisie »; ce sont tous des produits synthétiques plus ou moins toxiques. A joindre à ce chapitre celui consacré aux drogues dangereuses employées pour la conservation des aliments, petits pois au vert de gris, vinaigres potassiques, etc.

En résumé, livre très attachant et d'un grand intérêt pour le médecin et le biologiste.

Dr Galliot.

ACADÉMIES ET SOCIÉTÉS SAVANTES

DE LA FRANCE ET DE L'ÉTRANGER

ACADÉMIE DES SCIENCES DE PARIS

Séance du 10 Juillet 1922

1° Sciences mathématiques. — M. **E. Cartan** : *Sur un théorème fondamental de M. H. Weyl dans la théorie de l'espace métrique.* L'auteur généralise, pour n quelconque, le théorème démontré par M. Weyl pour $n = 2$ et $n = 3$. — M. **A. Chatelet** : *Groupes abéliens finis.* — M. **J. Guillaume** : *Observations du Soleil faites à l'Observatoire de Lyon pendant le premier trimestre de 1922.* — M. **G. Sagnac** : *Les oscillations des raies spectrales des étoiles doubles expliquées par la loi nouvelle de projection de l'énergie de la lumière.* — M. **E. M. Lémeray** : *La relativité générale et la Voie lactée.* La théorie de la relativité, en particulier la notion de courbure des rayons lumineux, conduisent à envisager comme possible une structure du monde stellaire tout autre que celle qui est communément admise.

2° Sciences physiques. — M. **R. Jouaust** : *Comparaison des étalons prototypes de l'ohm international.* L'auteur a comparé entre eux au Laboratoire central d'Electricité les dix étalons prototypes de l'ohm international construits par M. René Benoît. Deux ont été éliminés. Pour les autres, la comparaison des valeurs déduites des mesures électriques et des mesures géométriques fait ressortir une valeur moyenne de 1,000.075 ohm, avec une différence moyenne de $\pm 1,9 \times 10^{-5}$. M. **Paul Janet** rappelle l'historique de la construction de ces étalons. — M. **V. Karpen** : *Sur une classe particulière de piles.* L'auteur a constitué une très grande variété de piles formées de deux liquides A et B non miscibles, directement superposés et contenant en solution ou à l'état colloïdal un sel ou un mélange de sels d'un métal M, en contact chacun avec une électrode formée du même métal M. Le fonctionnement de ces piles ne produit aucune réaction chimique, aucune modification de la concentration des deux solutions en contact. Il n'est pas conforme à la théorie osmotique des piles de M. Nernst, et semble même contredire le 2e principe de la Thermodynamique. — M. **A. Duffour** : *Sur un nouvel exemple de formes hémièdres non conformes au signe de l'activité optique.* L'auteur a observé un échantillon d'acide abiétique cristallisé provenant de la gemme du pin d'Alep. Il était formé de belles lamelles ayant bien le contour triangulaire de l'acide abiétique; mais, au lieu de la disposition normale des faces hémièdres, elles offraient la disposition énantiomorphe. — M. **A. Granger** : *Observations sur la cuisson de produits céramiques dans des fours chauffés électriquement.* L'auteur a utilisé des fours chauffés au moyen d'une résistance formée soit d'un fil métallique, soit de charbon granulé. Les premiers se prêtent très bien aux essais de laboratoire concernant les pâtes, glaçures et émaux. Les seconds permettent la cuisson de la porcelaine, à condition d'éliminer par un tirage modéré l'oxyde de carbone qui se forme pendant le chauffage. — MM. **R. Locquin** et **S. Wouseng** : *Sur l'obtention d'aldéhydes à partir d'alcools tertiaires.* Sous l'influence des agents acides, les dialcoylvinylcarbinols $RR'.C(OH).CH:CH^2$ sont transposables en alcools $\beta\beta$-dialcoylallyliques $RR'C:CH.CH^2OH$, ce qui rend difficile l'obtention de leurs éthers à l'état de pureté. Ces mêmes dialcoylvinylcarbinols fournissent, sous l'action du mélange chromique, des aldéhydes identiques aux $\beta\beta$-dialcoylacroléines $RR'C:CH.CHO$. — M. **H. de Pommereau** : *Sur la réduction de l'α-naphtylacétate d'éthyle et des α-naphtyléthanols par le sodium et l'alcool absolu.* Cette réduction conduit pour le premier de ces corps à un tétrahydronaphtyléthanol primaire et à un acide tétrahydronaphtylacétique; celle de l'α-naphtyléthanol primaire donne un dihydronaphtyl-éthanol primaire, et celle de l'α-naphtyléthanol secondaire un dihydroéthylnaphtalène. — M. **Em. André** : *Contribution à l'étude des huiles de pépins de raisins. Etude des acides gras solides. Méthode de séparation des acides stéarique et palmitique.* L'auteur a retiré de ces huiles l'acide stéarique et l'acide palmitique et une petite quantité d'acide mélissique, $C^{30}H^{60}O^2$, F. 88°-89°. La séparation des acides palmitique et stéarique peut se faire en mettant à profit les propriétés de solubilité de leurs savons de lithium dans l'alcool. — M. **F. Boiry** : *Sur la vulcanisation du caoutchouc en solution.* L'auteur a obtenu la vulcanisation du caoutchouc par le soufre soit en solution étendue (1 à 2 % de caoutchouc) dans le nitrobenzène, le phénol, le phénétol, soit en solution concentrée (10 % et plus). Dans le premier cas, on obtient un caillot, dans le second un gel, qui sont ensuite desséchés. — MM. **G. Bertrand** et **Mocragnatz** : *Sur la présence du cobalt et du nickel dans la terre arable.* Les auteurs ont reconnu dans la terre arable la présence de Co et de Ni, en quantités très petites, mais non négligeables : 0,0028 à 0,0037 gr. de Co par kg. et 0,0136 à 0,0174 gr. de Ni par kg.

3° Sciences naturelles. — M. **I. Athanasiu** : *Sur l'énergie nerveuse motrice. Electroneurogrammes.* De ses recherches sur le courant d'action des nerfs et des centres nerveux qui commandent les mouvements volontaires, l'auteur conclut : 1° Le courant d'action suit l'énergie nerveuse dans toutes ses phases; il est par conséquent l'image fidèle de cette énergie; 2° L'énergie nerveuse motrice volontaire est de nature vibratoire et présente chez les Mammifères entre 300 et 550 vibrations par seconde; 3° Le chloralose augmente fortement le nombre des vibrations électroneuromotrices, donc celles de l'énergie nerveuse motrice. — MM. **A. Desgrez**, **H. Bierry** et **F. Rathery** : *Etat d'acidose; méthode d'épreuve et traitement.* Il y a lieu de distinguer hyperacidité urinaire, acétonurie et acidose. L'état d'acidose, rencontré chez divers diabétiques et brightiques azotémiques, est décelé par l'épreuve du bicarbonate de soude. Dans le traitement de l'état d'acidose, il

faut donner des bicarbonates alcalins, à doses répétées et suffisantes pour que la réaction de l'urine se maintienne au voisinage de celle du sang à l'état normal.

Séance du 17 Juillet 1922

1° Sciences mathématiques. — M. **J. Andrade** : *Les déterminismes mécaniques et la notion de milieu ; orbites pseudo-elliptiques et orbites circulaires.* — MM. **H. Deslandres** et **V. Burson** : *Recherches sur l'atmosphère des étoiles. Propriétés des étoiles qui ont les mêmes couches de la chromosphère que le Soleil.* Le quart au moins des étoiles jaunes les plus brillantes, jusqu'à la grandeur 4,7, et probablement la moitié de ces étoiles, montre avec la petite chambre à un prisme les raies brillantes H_2 et K_2, et donc a une chromosphère moyenne notablement plus brillante que celle du Soleil. De plus, 3 de ces étoiles, toujours avec la même dispersion, ont montré les raies noires centrales H_3 et K_3 et donc ont une couche supérieure de la chromosphère plus développée que dans le Soleil. Ces étoiles, sauf peut-être une, sont toutes des géantes. — M. **J. Baillaud** : *Coordonnées du pôle galactique, déduites de la distribution des étoiles dans la zone de Paris du Catalogue astrophotographique.* Les coordonnées du pôle galactique qui satisfont le mieux à la distribution des étoiles dans la zone de déclinaison + 22 sont : $AR = 13^h\,22^m = 200°,5$; $D = +27°,2$ (1900).

2° Sciences physiques. — M. **Maur. Leblanc** : *Sur les lampes à trois électrodes où le courant est transporté par des ions, et leurs applications.* Dans ces lampes, l'espace compris entre l'anode et la cathode ne se charge pas ; elles ne jouissent pas de toutes les propriétés des lampes à 3 électrodes où le courant est transporté par des électrons, et on doit les utiliser autrement. L'auteur leur a trouvé deux sortes d'applications : transformation d'un courant continu en courant alternatif de fréquence élevée ; transformation de courants alternatifs de fréquence élevée en courants alternatifs de fréquence usuelle et variable à volonté. — M. **Bedeau** : *Détermination du pouvoir inducteur spécifique de la vapeur de mercure.* La vapeur de mercure ne présente pas les anomalies constatées pour les vapeurs d'eau, d'ammoniac, etc. et son pouvoir inducteur spécifique vérifie sensiblement la formule de Maxwell qui donne $K' = 1,00074$. — M. **J. G. Popesco** : *Sur la variation de la tension superficielle du mercure dans les gaz.* Cette variation est à peu près la même pour la plupart des gaz employés. Ceci paraît confirmer l'hypothèse de l'adsorption. — M. **Lindsay** : *Sur les limites d'absorption L des éléments Ba-Sb.* — M. **R. de Mallemann** : *Polarisation rotatoire et orientation moléculaire.* L'auteur étend la théorie de l'orientation de Cotton au cas de molécules optiquement actives et aboutit pour la polarisation rotatoire à des formules qui sont analogues aux formules classiques. — M. **L. Longchambon** : *Sur le pouvoir rotatoire des cristaux et le pouvoir rotatoire moléculaire.* Si le pouvoir rotatoire cristallin est souvent beaucoup plus grand que le pouvoir rotatoire moléculaire, le rapport entre ces deux valeurs est variable d'une substance à l'autre. D'autre part, malgré les grandes variations de la valeur du pouvoir rotatoire en passant de l'état liquide à l'état cristallisé, variations qui vont jusqu'au changement de signe, la dispersion rotatoire reste constante. — MM. **Ch. Fabry** et **H. Buisson** : *Sur la courbe de répartition de l'énergie dans la partie ultraviolette du spectre solaire.* Les auteurs ont opéré par comparaison avec une source artificielle (cratère positif de l'arc électrique) dont la courbe d'énergie est connue. L'intensité du spectre solaire varie de 23,9 pour $\lambda = 3.940$ à 1,18 pour $\lambda = 2.922$. La courbe d'énergie du spectre continu du Soleil se rapproche beaucoup, dans cette dernière région, de la courbe d'un corps noir à 6.000° absolus. — M. **M. Duffieux** : *Sur la masse des particules qui émettent le spectre de l'oxyde de carbone.* Parmi les bandes du spectre de l'oxyde de carbone, l'une (4.123) est émise par l'atome de carbone, les quatre autres par l'atome d'oxygène. — MM. **P. Lambert** et **A. Andant** : *Dispositif pour la métallisation des grandes surfaces par projection cathodique.* Pour réaliser une étanchéité complète, les auteurs ont renfermé leur dispositif dans deux cloches concentriques en verre, où l'on fait successivement le vide. — M. **P. Mondain-Monval** : *Sur la préparation du chlorure d'ammonium à basse température.* L'auteur donne le résultat de ses mesures concernant la cristallisation du chlorure d'ammonium dans les solutions renfermant à la fois du chlorure et du carbonate neutre de Na et d'Am pour la température de 0°. — M. **A. Ch. Vournazos** : *Sur les antimoniodobromures complexes mixtes.* En faisant réagir les bromures sur l'iodure d'antimoine en présence d'HBr gazeux, l'auteur a préparé des antimoniodobromures du type $[SbBrI^3]Na$, cristallisés. — MM. **Ch. Moureu** et **Ch. Dufraisse** : *Sur l'autoxydation. Le pouvoir antioxygène. Phénomènes divers se rapportant à l'action antioxygène.* II. Les auteurs ont étudié le pouvoir d'entraver l'autoxydation de l'acroléine exercé par diverses substances ; en tête se place l'hydroquinone, puis viennent le pyrogallol et la pyrocatéchine, la résorcine et l'oxyhydroquinone. — M. **L. J. Simon** : *Sur l'oxydation chromique des homologues de l'acide acétique.* Les acides homologues de l'acide acétique sont, comme lui, complètement brûlés par le chromate d'argent et l'acide sulfurique. Le mélange de CrO^3 et H^2SO^4 laisse un résidu non brûlé. Il semble que l'oxydation des homologues de l'acide acétique s'effectue suivant le schéma : $R.CH^2CO^2H \rightarrow R.CO.CO^2H \rightarrow R.CO^2H$,... — MM. **M. François** et **L. G. Blanc** : *Sur une méthode de préparation des iodomercurates d'alcaloïdes à l'état cristallisé.* On ajoute une solution chaude d'un sel d'alcaloïde fortement chargée d'HCl et d'une teneur convenable en alcaloïde à une solution chaude d'iodomercurate de K de concentration convenable, et on laisse cristalliser par refroidissement. — MM. **A. Wahl** et **R. Lantz** : *Sur les oxy-2-arylnaphtylamines-1.* On obtient facilement ces substances, encore inconnues, en faisant réagir l'α-chloro et l'α-bromo-β-naphtol sur les amines aromatiques. Ce sont des corps bien cristallisés, insolubles dans l'eau, solubles dans les alcalis caustiques.

3° Sciences naturelles. — M. **R. Abrard** : *Sur la*

présence de Nummulites variolarius *Lmk. sp. dans les sables de Cresnes, de Marines et du Ruel.* — MM. **P. Lavialle** et **J. Delacroix** : *La paroi du pistil et du fruit dans le genre* Euphorbia. L'existence régulière de poils d'origine endocarpique, plus ou moins abondants, dans les loges du pistil des Euphorbes rapproche cette famille de celle des Malvacées et plus particulièrement de la tribu des Bombacées. — M. **P. Vuillemin** : *Légitimité des genres* Laverania *et* Nocardia. La légitimité de ces genres est contestée au nom de la règle de priorité. Mais l'auteur montre que les noms antérieurs ne répondent pas aux conditions prescrites pour un nom générique valable; par conséquent, les deux noms ci-dessus doivent être maintenus. — MM. **J. Athanasiu** et **L. Bull** : *L'enregistrement des vibrations longitudinales du muscle pendant la contraction volontaire.* Une méthode d'inscription simultanée des secousses et du courant d'action des muscles en contraction volontaire a permis de confirmer l'opinion que les grandes oscillations de l'électromyogramme représentent les secousses musculaires. — MM. **P. Girard**, **W. Mestrezat** et **Li-Shou-Houa** : *Schème physique de la perméabilité sélective des cellules vivantes aux différents ions.* Un septum inerte séparant deux milieux conducteurs dont l'un au moins a un *p* H s'écartant de la neutralité se polarise sans source électrique extérieure au système. Les auteurs ont étudié les perturbations apportées dans les vitesses de passage des anions et des cations d'une solution diffusant vers l'eau pure à travers un septum ainsi polarisé. On peut imiter ainsi, dans une certaine mesure, ce qui se passe à travers les parois des cellules vivantes. — Mlle **M. Giraud**, MM. **G. Giraud** et **L. Parès** : *Recherches expérimentales sur la genèse de la crise hémoclasique des irradiations intensives.* Tout se passe comme si les tissus élaboraient d'emblée, sous l'influence d'une application intensive de rayons X, des substances génératrices de choc, qui se déverseraient dans la circulation générale : albumines plasmatiques ou tissulaires. — MM. **L. Panisset**, **J. Verge** et **E. Grasset** : *La réaction de fixation dans le diagnostic de la tuberculose des Bovidés.* La méthode peut être appliquée au diagnostic de la tuberculose des vaches laitières. Elle mérite d'être préconisée dans la prophylaxie de la tuberculose par la méthode d'Ostertag; les individus donnant une réaction de fixation positive forte devront être éliminés. — M. **Denucé** : *Traitement des luxations congénitales de la hanche.* Le procédé de l'auteur diffère de ceux de Lorentz et de Hoffa par la suppression de toute manœuvre de force. Sur 1303 cas opérés, il n'a eu que 13 reluxations, dont 10 réduites par le même procédé, et avec succès.

SOCIÉTÉ FRANÇAISE DE PHYSIQUE

Séance du 7 Juillet 1922

M. **Darmois** : *Applications du pouvoir rotatoire à l'étude des réactions en solution.* L'auteur a repris les expériences de Gernez sur les modifications qu'éprouve le pouvoir rotatoire de l'acide malique sous l'influence du molybdate d'ammoniaque ordinaire. 1° En traçant une courbe qui a pour abscisses les poids de molybdate ajoutés à une quantité constante d'acide et pour ordonnées les rotations des solutions sous une longueur constante, on prévoit que les deux corps doivent donner naissance à deux composés au moins, dont l'un est fortement dextrogyre. Ce composé est isolable et présente un pouvoir rotatoire considérable : $(\alpha)_{578} = +220°$. 2° L'étude systématique des mélanges en proportion variable de l'acide molybdique, de l'acide malique et de l'ammoniaque, montre que le mélange des 2 premiers dans les proportions 2 et 1 donne des rotations maxima, la rotation la plus élevée étant atteinte pour 2 d'ammoniaque et correspondant précisément à 220°. On en déduit la composition du corps isolé ci-dessus. Les mêmes procédés ont été employés pour isoler les corps produisant des rotations lévogyres. — M.M. **Garvin** : *Millivoltampèremètre double à équipage unique et à miroir.* Les laboratoires industriels et scientifiques emploient sous le nom de « galvanomètre double » un appareil comportant deux instruments de mesure munis chacun d'un miroir et donnant, par un artifice optique (dispositif de M. Saladin), la courbe décrite par un point dont les coordonnées rectangulaires sont proportionnelles, à chaque instant, aux déviations respectives des deux instruments. C'est en cherchant à faciliter le réglage de cet appareil, et cela surtout au point de vue optique, que l'auteur a été amené à construire un instrument dont l'équipage unique porte deux enroulements et un seul miroir et peut dévier dans deux plans rectangulaires. Chaque enroulement est bobiné en 8, et reçoit l'action d'un champ magnétique radial. Les deux enroulements sont disposés en trèfle à quatre feuilles. L'amortissement est assuré par une carcasse en cuivre. L'ensemble porte un miroir parallèle au plan moyennement horizontal contenant les portions des enroulements soumises au champ magnétique et repose par une pointe, fixée un peu au-dessus du centre de gravité, dans une crapaudine d'agate. Quatre légers spiraux conduisent les courants. L'enregistrement s'effectue au moyen d'un spot ponctuel qui se déplace sur une plaque photographique disposée horizontalement au-dessus du galvanomètre. Le modèle construit a une assez courte période d'oscillation; sa sensibilité est de l'ordre de celle des appareils industriels à cadre mobile. — M. **M. Garvin** : *Nouvelle monture de microscope métallographique.*

SOCIÉTÉ CHIMIQUE DE FRANCE

Séance du 23 Juin 1922

MM. **Ch. Dufraisse** et **P. Gérald** : *L'action des alcools sur l'α-bromobenzalacétophénone.* Les auteurs ont généralisé le couple de réactions qu'ils avaient observées dans l'action de l'alcool éthylique sur l'α-bromobenzalacétophénone, en présence de l'éthylate de sodium :

$$C^6H^5\text{-}CO\text{-}CBr{=}CH\text{-}C^6H^5 \xrightarrow{+C^2H^5OH} C^6H^5\text{-}CO\text{-}CHBr\text{-}CH(OC^2H^5)\text{-}C^6H^5$$

$$\xrightarrow{-HBr} C^6H^5\text{-}CO\text{-}CH{=}C(OC^2H^5)\text{-}C^6H^5$$

Ils ont ainsi obtenu deux séries de dérivés, les uns

saturés, les autres éthyléniques. L'obtention de ces divers corps confirme le bien fondé de l'interprétation que les auteurs avaient donnée précédemment de la réaction de Wislicenus. — M. O. **Bailly**: *Sur l'action de l'épichlorhydrine sur le phosphate trisodique en solution aqueuse et sur la stabilité d'un diéther diglycéromonophosphorique.* L'auteur montre que cette action donne à la fois naissance aux sels de sodium du monoéther et du diéther glycidophosphorique $PO(ONa)^2O.CH^2.CH.CH^2$ et $PO(ONa)(O.CH^2.CH.CH^2)^2$, du diéther $\alpha\gamma$ monoglycéromonophosphorique $PO\begin{cases}ONa\\ O.CH^2\\ O.CH^2\end{cases}>CH.OH$ et du diéther $\alpha\gamma$-monoglycérodiphosphorique $PO(ONa)^2O.CH^2.CH.OH.CH^2.O.PO(ONa)^2$. Il compare ces résultats à ceux obtenus par E. Fourneau dans l'étude de l'action de l'épichlorhydrine sur le phénate de sodium et la pyrocatéchine sodée et il montre qu'ils sont entièrement analogues. Le diglycidophosphate de sodium est facilement transformable par hydratation en $\alpha\alpha$-diglycéromonophosphate de sodium, qui s'est révélé d'une très grande stabilité. M. Bailly a confirmé cette conclusion en réalisant la synthèse de l'α α-diglycéromonophosphate de potassium par action de MnO^4K en solution aqueuse étendue et froide (Wagner) sur le diallyphosphate de potassium (Cavalier):

$$PO(OK)(O-CH^2-CH=CH^2)^2+O^2+2H^2O$$
$$=PO(OK)(O-CH^2-CH.OH-CH^2.OH)^2$$

On doit conclure de ces recherches qu'à l'état de sel alcalin et en solution aqueuse neutre, le diéther $\alpha\alpha$-diglycéromonophosphorique est doué de la même remarquable stabilité que le diéther $\alpha\gamma$-monoglycéromonophosphorique.

SOCIÉTÉ DE BIOLOGIE

Séance du 10 Juin 1922 (fin)

M. **A. Bouveyron**: *Action d'oxydants sur la tuberculine.* Les oxydants directs comme les permanganates, ou indirects comme les hypochlorites, exercent sur la tuberculine une transformation plus profonde que les oxydants simples comme l'ozone. — M. **A. Lipschutz**: *Sur l'hypertrophie du testicule dans la castration unilatérale.* Il est hors de doute que non seulement la conception d'une hypertrophie compensatrice endocrine du tissu germinatif n'est pas justifiée, mais qu'en réalité aucune hypertrophie du tissu germinatif n'a jamais lieu dans le testicule. — M. J. **Millot**: *Contribution à la physiologie du pigment purique chez les Vertébrés inférieurs.* La guanine des iridocytes n'est pas un déchet provenant du régime alimentaire de l'animal. La guanine qui se dépose dans les téguments est sans rapport avec la fonction rénale. L'ensemble des guanophores de l'animal forme un organe fixateur de déchet indépendant du rein. — MM. **S. Metalnikow** et **B. Ephrussi**: *Phagocytose et virulence des microbes.* La phagocytose peut être très intense dans les infections mortelles, même au moment où l'animal est sur le point de mourir. Les phagocytes sont capables d'englober non seulement les microbes peu virulents, mais aussi les microbes très virulents qui provoquent toujours la mort.

Séance du 17 Juin 1922

M. **R. Fischer**: *Equilibre colloïdal du sérum sanguin.* Le sérum sanguin contient deux protéines: albumine et globuline. Dans les conditions physiologiques, la globuline est phase protectrice de l'albumine, quelles que soient les proportions des deux protéines entre elles. — MM. **F. Dévé** et **J. Payenneville**: *Echinococcose et arsénobenzènes.* La larve kystique, séquestrée et constamment baignée dans les humeurs de son hôte, s'est montrée, chez le lapin, remarquablement résistante à l'action hydaticide supposée du novarsénobenzol. — MM. **M. Brulé** et **Ch. Weissmann**: *Sur la recherche de l'urobiline dans la bile et dans le sang.* Dans le sérum sanguin, les auteurs opèrent par addition d'acétate de zinc, filtration et recherche de la fluorescence. Pour la bile, la dialyse en sacs de collodion est une excellente méthode de recherche de l'urobiline. — MM. **W. Mestrezat**, **P. Girard** et **V. Morax**: *Recherches expérimentales sur la perméabilité cellulaire. Perméabilité de la cornée de l'œil vivant.* Les anions et les cations du nitrate de calcium ou du sulfate de magnésie ne diffusent pas, après une demi-heure, en proportions chimiquement équivalentes dans l'humeur aqueuse où ils ont pénétré. Il existe donc une perméabilité ionique élective des membranes animales. — M. **J. Nageotte**: *Il n'y a pas de « substance amorphe » dans la trame conjonctive.* La trame conjonctive tout entière est optiquement réductible à un feutrage fibrillaire; il n'y a aucune substance amorphe; il n'existe même aucune membrane basale, et l'endothélium repose immédiatement sur le feutrage collagène. — MM. **J. Lavedan** et **O. Monod**: *Troubles cardio-vasculaires déterminés par les rayons γ au cours du traitement des néoplasmes.* Chez les malades soumis à la curiethérapie, un syndrome cardio-vasculaire apparaît: l'abaissement de la pression artérielle en est la manifestation essentielle. Sa durée se limite, en général, à celle du traitement. — M. **D. Combiesco**: *Sur la gélification des sérums par l'aldéhyde formique.* La gélification par le formol n'est pas une réaction spécifique du sérum syphilitique. On obtient des résultats positifs dans d'autres maladies (scarlatine, érysipèle). On peut admettre que dans les maladies éruptives les substances colloïdales des sérums soient dans un équilibre instable et que le formol favorise l'apparition du « gel ».

SOCIÉTÉ ROYALE DE LONDRES

Séance du 23 Février 1922

1° Sciences mathématiques. — MM. **T. Carleman** et **G. H. Hardy**: *Les séries de Fourier et les fonctions analytiques.* — M. **A. Mc Aulay**: *Les multénions et les invariants différentiels.* II-III. — M. **R. V. Southwell**: *Sur les vibrations transversales libres d'un disque circulaire uniforme fixé en son centre, et sur les effets de la rotation.*

2° Sciences physiques. — M. **A. E. Conrady**: *Etude de la balance.* Les premières pesées de l'auteur, par la

méthode d'échange de Gauss, sur une balance analytique à bon marché, ont donné une erreur probable de 0,004 mgr. seulement. Après avoir remédié à une faute de construction dans les suspensions, l'erreur tomba à 0,0013 mgr. Une méthode de double échange de poids qui, par l'ajustement d'un cavalier léger, amenait toutes les lectures à tomber sur deux positions alternatives de repos, abaissa l'erreur probable à 0,0008 mgr.; elle semblait due alors surtout à des courants d'air irréguliers. Des dispositifs permettant le manipulation des poids sans l'ouverture de la cage de la balance réduisirent enfin l'erreur probable à la valeur moyenne de 0,0004 mgr. Si le centre de gravité des parties mobiles tombe sur la ligne de support du couteau central (état autostatique), la lecture du curseur devient indépendante du nivellement de la cage, et l'on peut obtenir des résultats très exacts avec de très mauvais supports. — M. A. E. **Oxley** : *Le magnétisme et la structure atomique.* II. *Constitution du système hydrogène-palladium et d'autres systèmes analogues.* La susceptibilité du noir de palladium chargé d'hydrogène est moindre que celle du noir de Pd pur. On en conclut que l'H occlus n'est ni à l'état atomique, ni à l'état moléculaire. Les résultats s'accordent avec l'existence d'un composé chimique, probablement PdH. Dans la molécule d'hydrogène, chaque atome fait pénétrer son électron dans l'autre atome, la liaison étant représentée par une paire d'électrons maintenus ensemble. L'atome de palladium a 46 électrons, l'atome d'hydrogène 1, ce dernier pénétrant dans la couche extérieure de l'atome de palladium. Si ces 47 électrons prennent une configuration semblable à celle de l'atome d'Ag (nombre atomique 47), qui est diamagnétique, la diminution de susceptibilité s'explique aisément. — M. C. D. **Ellis** : *Les spectres de rayons β et leur signification.* On peut trouver les longueurs d'onde des rayons γ de fréquence trop élevée pour la mesure par la méthode des cristaux en utilisant le fait que les rayons γ sont convertis en rayons β d'après une relation de quantum. En ajoutant les énergies des groupes d'électrons émis par les rayons γ au travail effectué pour amener l'électron de l'intérieur de l'atome à la surface, on obtient $h\nu$. L'auteur a appliqué la méthode à la détermination des longueurs d'onde des rayons γ émis par le radium B, le radium C et le thorium D. — M. J. S. **Owens** : *Les impuretés en suspension dans l'air.* L'auteur présente un nouvel instrument pour la mesure des impuretés de l'air, où un jet d'air fin vient frapper à grande vitesse une surface de verre, sur laquelle il dépose ses poussières.

Séance du 2 Mars 1922

1° Sciences mathématiques. — M. G. B. **Jeffery** : *Le mouvement des particules ellipsoïdales immergées dans un fluide visqueux.* La formule $\mu(1 + 2,5\ V)$, où μ est la viscosité du liquide pur, et V le volume total des particules en suspension par unité de volume, établie par Einstein pour des particules sphériques, se maintient pour des particules ellipsoïdales, mais le facteur 2,5 s'abaisse entre 2,5 et 2 suivant la forme des particules. *La rotation de deux cylindres circulaires dans un fluide visqueux.* Le problème de la rotation d'un cylindre circulaire dans un fluide contenu dans un vase cylindrique non concentrique qui peut tourner lui-même autour de son axe est soluble en termes finis; le problème de la rotation de deux cylindres parallèles dans un fluide infini est en général insoluble.

2° Sciences physiques. — MM. L. N. G. **Filon** et H. T. **Jessop** : *Sur l'effet optique dû à la tension dans les solides transparents déformés au delà de la limite élastique.* Cet effet n'a pas les mêmes caractères dans le verre et dans le celluloïd, ce qu'on peut expliquer en supposant que le celluloïd est formé de deux constituants différents. — M. W. E. **Curtis** : *La structure du spectre de bandes de l'hélium.* La structure de trois des bandes principales du spectre de l'hélium s'explique par la théorie de quantum des spectres de bandes. — M. S. **Datta** : *Le spectre du fluorure de beryllium.* Il se compose de six groupes de bandes, toutes dans l'ultraviolet entre λ 2.800 et λ 3.400, et s'évanouissant vers le rouge. La bande la plus forte à λ 3.009 contient trois séries de lignes qui s'écartent considérablement du type de formule usuel.

Séance du 16 Mars 1922

Sciences naturelles. — MM. J. G. **Bramwell** et A. V. **Hill** : *La vitesse de l'onde pulsatoire chez l'homme.* Elle est donnée, en mètres par seconde, par la formule $v = 3,57 / \sqrt{a}$, où a est l'augmentation % de volume du vaisseau par mm. de Hg d'augmentation de la pression. La transmission de l'onde pulsatoire est un effet purement mécanique, dont la vitesse dépend de l'extensibilité des vaisseaux telle qu'elle est modifiée par les conditions (musculaires ou autres) du moment. — MM. J. W. **Pickering** et J. A. **Hewitt** : *L'action de la peptone sur le sang et l'immunité vis-à-vis de celle-ci.* L'action anticoagulante de la peptone sur le sang peut être annulée par une augmentation de CO^2 dans le sang et restaurée en faisant respirer à l'animal un excès d'air ou d'oxygène. Les auteurs en déduisent que les leucocytes ne jouent aucun rôle dans l'action anticoagulante, et que dans la coagulation du sang il n'est pas nécessaire de faire intervenir des substances hypothétiques telles que antithrombine, proantithrombine, etc. — MM. H. H. **Dale** et C. H. **Kellaway** : *Anaphylaxie et anaphylatoxines.* Les auteurs étudient les deux principales théories émises pour expliquer l'anaphylaxie pour une protéine étrangère soluble : 1° la théorie des anticorps cellulaires; 2° celle des anaphylatoxines. Ils apportent de nouvelles preuves en faveur de la première. Les anaphylatoxines produisent des symptômes qui ne sont pas identiques à ceux du vrai choc anaphylactique. — M. Al. **Fleming** : *Sur un nouvel élément bactériolytique trouvé dans les tissus et les sécrétions.* L'auteur a trouvé dans les tissus et sécrétions une substance fortement bactério-inhibitrice, bactéricide et bactériolytique, qu'il nomme *microzyme*. Elle est précipitée des solutions albumineuses par les précipitants des protéines, est très sensible aux acides et alcalis, est d'abord retenue par les filtres, puis les traverse ensuite. Elle agit fortement sur les cultures de *Micrococcus lyticus*.

Séance du 23 Mars 1922

Sciences physiques. — MM. **P. E. Shaw** et **N. Davy** : *L'effet de la température sur l'attraction gravitationnelle.* Au moyen d'une balance de torsion du type Boys-Cavendish, les auteurs ont observé une très petite diminution de l'attraction lorsque la température s'élève. L'effet, s'il est réel, ne dépasse pas 2×10^{-6} par degré C. — M. **D. W. Dye** : *Calcul d'un étalon d'inductance mutuelle et comparaison de celui-ci avec l'étalon de laboratoire analogue.* — M. **M. A. Catalan** : *Séries et autres régularités dans le spectre du manganèse.* L'auteur a étudié les spectres d'arc-flamme, d'arc et d'étincelle du manganèse. Les séries appartenant au spectre de l'atome neutre sont : *a*) un système de séries de triplets; *b*) un système de triplets étroits ; *c*) un système de séries de triplets plus étroits parallèles au système précédent. Des lignes d'intercombinaison des deux premiers systèmes se montrent sous forme de deux lignes très prononcées aux basses températures. Les potentiels calculés d'ionisation et de résonance du Mn sont de 7,4 et 2,3 volts. Les triplets diffus du spectre de l'atome ionisé sont composés de 9 lignes. L'atome neutre de Mn possède probablement 2 électrons dans l'anneau le plus extérieur ; quand il en perd 1 et s'ionise, un autre électron sort de l'anneau. Ainsi les spectres des atomes neutres et ionisés sont constitués d'une façon analogue, comme le confirment les observations. — Sir **R. Glazebrook** : *Les chaleurs spécifiques de l'air, de la vapeur et du bi-oxyde de carbone.* Comparaison des résultats de Wormersley et de Holborn et Henning. — M. **F. A. Freeth** : *Le système* Na^2O-CO^2-$NaCl$-H^2O. Déterminations à diverses températures de 0° à 60° dans ce système. — M. **A. E. H. Tutton** : *Séléniates monocliniques doubles du groupe du manganèse.* Le groupe du manganèse des séléniates doubles de la série isomorphe $R^2Mn(SeO^4)^2.6H^2O$ ne comprend que 3 sels, ceux où R = Rb, Cs et Am. Les propriétés optiques de ces sels vérifient la loi générale de progression des propriétés cristallographiques avec le nombre atomique du métal alcalin. *Séléniates monocliniques doubles du groupe du cadmium.* L'auteur a obtenu des cristaux transparents du sel d'Am, et des cristaux opaques des sels de Rb et Cs, mais le sel de K paraît incapable d'exister. Les mesures goniométriques confirment les résultats obtenus dans les groupes isomorphes.

ACADÉMIE ROYALE DE BELGIQUE

Classe des Sciences

Séance du 4 Mars 1922

1° Sciences mathématiques. — M. **Cl. Servais** : *Sur la géométrie du tétraèdre.* IV. *La surface cubique de Cayley.*

2° Sciences naturelles. — M. **P. Martens** : *Le cycle du chromosome somatique dans le* Paris quadrifolia. La division du chromosome est prophasique, et non pas télophasique. A ce point de vue, le mérite des travaux de Grégoire, Sharp, de Litardière, etc., demeure acquis. Mais le *Paris quadrifolia* pose mieux le problème, parce qu'il montre précisément que la télophase peut amener une vraie dualité chromatique, et il permet de mieux comprendre les descriptions des auteurs qui localisent le clivage longitudinal à la télophase.

Séance du 1er Avril 1922

1° Sciences physiques. — M. **J. Mélon** : *Sur la forme cristalline de l'atoxyl et sur ses caractères d'identification au microscope.* L'atoxyl ou arsanilate sodique cristallise dans le système clinorhombique ; les rapports des axes sont : $a = 0,986.590$; $b = 1$; $c = 1,251.538$; l'angle $\beta = ph^1 = 83°5'$. Le plan des axes optiques est normal à g^1 et ces axes sont moyennement rapprochés. — M. **A. Navez** : *Recherches microchimiques sur la coumarine.* L'auteur a étudié la localisation de la coumarine dans le *Melilotus albus* au moyen des réactifs suivants : acétate basique de plomb, réactif de Sonnenschein-Goris, réactifs iodés, perchlorure d'antimoine, liqueur de Fehling. Presque toujours le glucoside est localisé dans l'endoderme ou dans les épidermes des diverses parties de la plante, plus rarement dans le parenchyme. La matière existant dans les cellules du Mélilot paraît être un mélilotannate de coumarigénine, se dédoublant en acide mélilotannique (et ce dernier en acide mélilotique et tanin), et en coumarigénine (et cette dernière en *d*-glucose et hydrocoumarate de coumarine).

2° Sciences naturelles. — M. **Aug. Lameere** : *Sur la nervation alaire des Insectes.* Le schéma de la nervation alaire primordiale dû à Comstock n'est valable que pour les Ectoblastiques, Insectes qui ont perdu la branche postérieure de la nervure médiane, et cela depuis leur apparition au Houiller. Les Endoblastiques, Subulicornes et Rhynchotes, ont pour la plupart au Houiller une nervation complète conforme à un schéma dans lequel six nervures basses alternent avec six nervures hautes ; ceux d'entre eux dont les ailes ne répondent pas à ce type, notamment toutes les formes qui ont dépassé le Permien, ont perdu d'autres nervures longitudinales que les Ectoblastiques. Les Ephémères, les Protodonates, les Odonates et les Hémiptères ne possèdent plus la branche antérieure de la nervure cubitale ; les Ephémères et les Hémiptères manquent en outre de la branche antérieure de la nervure médiane ; les Protodonates, ainsi que les Odonates, ont conservé celle-ci, mais les Odonates ont perdu la branche postérieure de la nervure médiane.

Le Gérant : Gaston Doin.

Sté Gle d'Imp. et d'Ed., rue de la Bertauche, 1, Sens

33e ANNÉE Nos 17-18 15-30 SEPTEMBRE 1922

Revue générale des Sciences pures et appliquées

FONDATEUR : LOUIS OLIVIER

DIRECTEUR : J.-P. LANGLOIS, Professeur au Conservatoire national des Arts-et-Métiers, Membre de l'Académie de Médecine

Adresser tout ce qui concerne la rédaction à M. J.-P. LANGLOIS, 8, place de l'Odéon, Paris. — La reproduction et la traduction des œuvres et de travaux publiés dans la *Revue* sont complètement interdites en France et en pays étrangers y compris la Suede, la Norvège et la Hollande

CHRONIQUE ET CORRESPONDANCE

1. — Nécrologie

Ph.-A. Guye. — Le 27 mars dernier s'éteignait à Genève, à peine âgé de 60 ans, l'un des plus éminents savants suisses de notre époque, dont le nom faisait autorité dans le domaine de la Chimie physique, Philippe-Auguste Guye. Des circonstances indépendantes d'elle n'ont pas permis à la *Revue générale des Sciences* de rendre à sa mémoire le juste tribut d'hommage qu'elle eût désiré; qu'il nous soit du moins permis, avant qu'un plus long délai ne s'écoule, de rappeler en quelques lignes les principaux points de son œuvre scientifique.

Après avoir fait ses études à Genève, et exécuté quelques recherches de Chimie organique, Guye vint à Paris où il séjourna six ans et subit en particulier l'influence de Friedel. C'est à l'Ecole des Hautes Etudes qu'il aborda deux questions importantes de Chimie moléculaire, celle du pouvoir rotatoire et celle de la constitution moléculaire, sur lesquelles il publia une thèse et une série de travaux qui mirent son nom en évidence.

Il donna le premier une règle, dite du « produit d'asymétrie », permettant de prévoir la grandeur et même le signe de la déviation du plan de polarisation dans les substances possédant un carbone asymétrique, et il la vérifia sur un grand nombre de substances. Bien qu'on lui ait trouvé dans la suite de plus en plus d'exceptions, elle eut du moins le mérite d'orienter la stéréochimie dans une voie expérimentale nouvelle et de susciter une ample moisson de recherches.

D'autre part, Ph.-A. Guye entreprit une série de travaux, théoriques et expérimentaux, concernant l'équation d'état de van der Waals, ses constantes et diverses propriétés au point critique, ce qui lui permit de déterminer les poids moléculaires et de constater l'existence de la polymérisation d'un grand nombre de liquides en ce point.

Mais la partie la plus considérable de l'œuvre de Guye, qu'il inaugura après son retour à Genève, où il avait été nommé professeur de Chimie théorique et technique à l'Université, est relative à la détermination des poids atomiques. Les valeurs obtenues par Stas pour le poids atomique de l'azote par des méthodes purement chimiques (moyenne 14,044) différant nettement de celles obtenues par les méthodes physico-chimiques (14,005), le savant suisse décida d'entreprendre la revision générale de toutes ces mesures. Il créa peu à peu une technique d'une grande perfection pour la préparation des gaz azotés et autres à un état d'extrême pureté ; il élabora des procédés de mesure très exacte de leur densité et de leur compressibilité, en vue du calcul de leur poids moléculaire par de nouvelles méthodes exposées par lui, notamment celle de la réduction des constantes critiques. Toutes ces recherches, effectuées avec le concours d'une pléiade d'élèves qu'il avait su grouper autour de lui, aboutirent à démontrer que le nombre de Stas est inexact et qu'il y a une concordance aussi parfaite que possible entre les méthodes chimiques et les méthodes physico-chimiques, les premières conduisant à la valeur moyenne 14,009, les secondes à la valeur moyenne 14,008. Guye a montré en outre que l'erreur de Stas provenait d'une valeur erronée attribuée au poids atomique de l'argent, valeur qui doit être ramenée à 107,89. Ces résultats ont été homologués par le Comité international des Poids atomiques qui a

adopté en 1907 la valeur arrondie 14,01 pour l'azote et en 1909 la valeur 107,88 pour l'argent. Depuis lors, Guye et ses élèves ont étendu cette revision des poids atomiques à bien d'autres éléments : chlore, brome, carbone, soufre, etc.

A côté de ces travaux purement scientifiques, l'activité de Guye se tourna de bonne heure vers certains problèmes industriels : c'est ainsi qu'il étudia avec fruit l'électrolyse des chlorures alcalins en vue de la préparation de la soude; mais son nom restera surtout attaché, dans ce domaine, à la synthèse électro-chimique de l'acide nitrique. Il en avait posé quelques-uns des principes dès 1895, et il les a appliqués dans son type de four, qui vient de commencer à fonctionner industriellement en France. Il s'était préoccupé d'autre part de tous les à-côté de cette synthèse, en particulier de la préparation de l'acide nitrique concentré.

Ces divers travaux lui ont valu de nombreuses distinctions scientifiques, parmi lesquelles le titre de Correspondant de l'Académie des Sciences de Paris, les Médailles Lavoisier et Le Blanc de la Société chimique de France et la Médaille Davy de la Société Royale de Londres.

Il avait fondé en 1903 le *Journal de Chimie physique*, qui a publié de nombreux mémoires originaux de grande valeur dans cette branche de la science. Lié d'amitié avec Louis Olivier au cours de son premier séjour à Paris, il fut l'un des premiers collaborateurs de la *Revue générale des Sciences*, à laquelle il donna pendant de nombreuses années des articles, des revues et des analyses toujours très appréciés pour la clarté de l'exposition.

Alexandre Graham Bell. — Alexandre Graham-Bell, l'inventeur du téléphone, décédé le 2 août à l'Ile du Cap Breton, est certainement l'un des hommes dont la découverte a le plus profondément affecté la vie journalière de l'humanité civilisée.

Né à Edimbourg en 1847, il fit ses études à l'Université de cette ville, puis émigra en 1873 avec son père au Canada. C'est là qu'il conçut l'idée de son téléphone parleur, qu'il réalisa complètement à Boston en 1875 et présenta en 1876 à l'Exposition du Centenaire de Philadelphie, où elle attira aussitôt l'attention du monde entier.

A l'origine, Bell employait le même instrument, ou deux instruments analogues, pour la transmission et la réception. Ceux-ci donnaient une articulation très distincte, mais assez faible, de sorte que, sur les longues lignes, la parole devenait souvent trop fine pour être perceptible. Il était réservé à Edison, Hughes et Hunnings d'inventer les transmetteurs microphoniques beaucoup plus puissants aujourd'hui en usage, mais l'appareil de Bell, sous l'une des formes où il l'a laissé, est toujours universellement utilisé comme récepteur. Quand on considère le petit nombre de ses parties et les merveilleux résultats qu'il fournit, on peut bien dire que c'est un instrument d'une sublime simplicité.

Le téléphone de Bell n'est pas seulement un appareil d'une grande utilité commerciale et domestique; c'est un instrument scientifique d'une extrême délicatesse pour déceler des courants électriques très faibles. Sous cette forme, il a trouvé plusieurs applications, dont la plus importante est dans la télégraphie sans fil, qui lui doit en grande partie son développement actuel.

Une autre invention de Bell est le photophone, qui transmet la parole articulée au moyen d'un faisceau lumineux, et qu'il a perfectionné avec le concours de Summer Tainter. Malgré son intérêt scientifique considérable, et son emploi dans la dernière guerre, cette invention n'a pas trouvé d'utilisation commerciale.

Par contre, la contribution de Bell au développement du phonographe a eu une importance pratique de premier ordre. Dans la forme originale de cet instrument, qu'Edison fit connaître en 1877, les sons et la parole étaient enregistrés au moyen d'indentations sur papier d'étain. Cette méthode ne donnait que des reproductions très imparfaites des sons originaux. Graham Bell, avec la collaboration d'un de ses parents, Chichester Bell, et de nouveau de Summer Tainter, créa le procédé d'enregistrement par un style tranchant inscrivant sur de la cire. C'est sur cette méthode que sont basés toutes les formes modernes de phonographe et de gramophone [1].

§ 2. — Physique

Nouvelles recherches sur la nature de la parole. — L'étude de la formation et de la perception des sons de la parole a fait l'objet de nombreux et importants travaux de la part des physiciens, des phonétistes et des otologistes; les ingénieurs des laboratoires de deux grandes sociétés américaines de téléphonie l'« American Telephone and Telegraph Company » et la « Western Electric Company » viennent d'apporter une remarquable contribution à cette étude, par des expériences originales et décisives, poursuivies au cours des dernières années; les constatations qu'ils ont faites sont d'une portée étendue; elles intéresseront à la fois savants et techniciens, dans les domaines de la physique, de l'électricité, du phonographe, etc.

Ces travaux ont eu principalement pour objet d'analyser les sons de la parole, d'une façon en quelque sorte physiologique, et de déterminer quelle est l'influence de chaque son composant sur la facilité de perception des syllabes prononcées; ils ont consisté dans la dictée, par un certain nombre d'opérateurs, et à de nombreux observateurs différents, d'un grand nombre de syllabes, et dans l'intervention d'un équipement électrique permettant de régler, entre des limites extrêmement étendues, l'intensité des sons émis, soit uniformément pour tous les sons, soit séparément pour certains de ceux-ci, en éliminant les vibrations de telle ou telle fréquence.

Pour procéder à ces expériences comparatives [2], on a commencé par établir une liste de 8.700 sons monosyllabiques, formés chacun d'une voyelle et d'une consonne, ou d'une consonne et d'une voyelle, ou encore

1. D'après A. A. Campbell Swinton : *J. of the Royal Soc. of Arts*, t. LXX, n° 3639, p. 689 ; 18 août 1922.

2. H. Fletcher : *Journal of the Franklin Institute*, juin 1922, p. 729. Nous avons déjà signalé, dans notre n° du 15 juillet, p. 386, les conclusions de ce mémoire ; nos lecteurs nous sauront gré d'y revenir ici plus en détail.

d'une consonne, d'une voyelle et d'une consonne; ces syllabes ont été inscrites, par groupes de 50, sur des cartons que les opérateurs dictaient, un à un, en les prenant au hasard, à des observateurs, par l'intermédiaire de l'installation susvisée; les observateurs notaient les syllabes perçues par eux sur des cartons pareils, que l'on rapprochait ensuite du carton original, pour déterminer, pour chaque catégorie de syllabes, le nombre de perceptions exactes; le rapport entre le nombres de perceptions exactes et le nombre de syllabes émises fournissait ce que l'on appelait le rendement d'articulation pour la catégorie de syllabes considérées et dans les conditions spéciales de l'expérience.

ensemble de circuits accordés, d'après les principes bien connus indiqués par le Dr G. H. Campbell.

Par le jeu des amplificateurs, on pouvait porter l'intensité des sons, dans les récepteurs, à toutes valeurs, jusqu'à 100 fois la valeur initiale, à 1 1/4 cm. de la bouche de l'opérateur; le potentiomètre atténuateur permettait au contraire de la réduire à volonté, jusqu'à un billionième de la valeur initiale; le dispositif égalisateur servait à corriger les distorsions provoquées par les dispositifs précédents, de façon à rétablir la proportionnalité exacte entre les courants de l'appareil et les sons émis, pour toutes les fréquences; les écouteurs étaient établis pour répondre fidèlement à toutes les

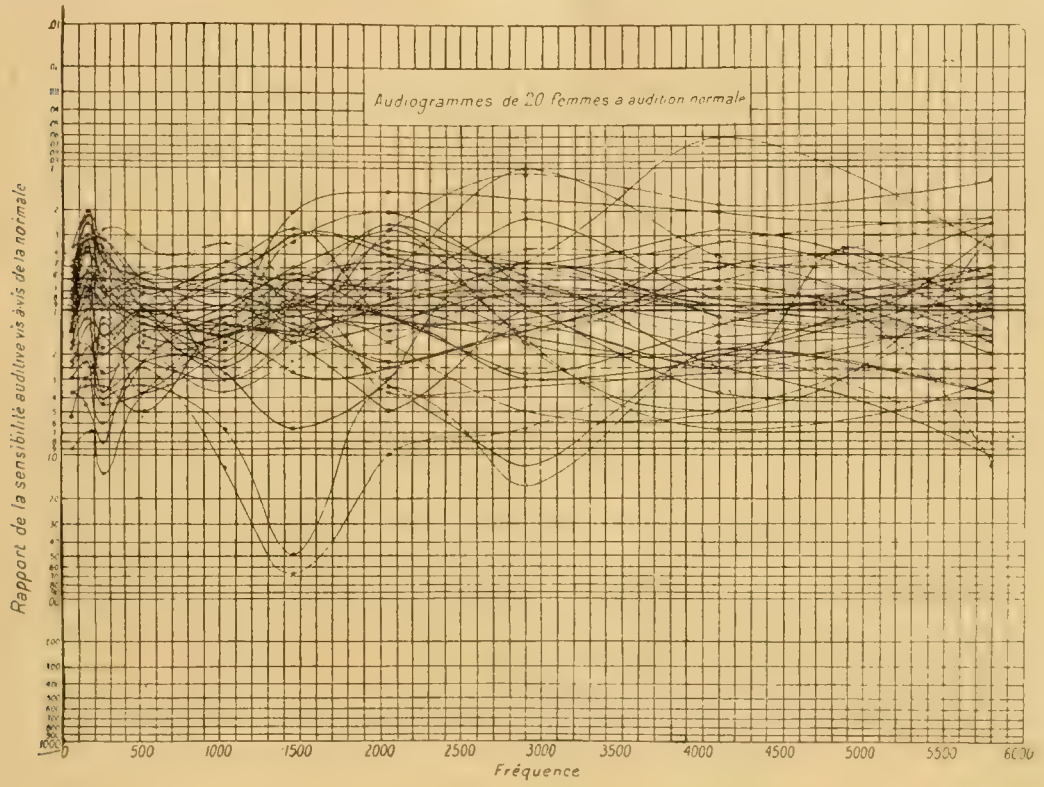


Fig. 1. — *Audiogrammes de 20 femmes à audition normale.*

L'équipement de transmission consistait en un transmetteur à condensateur, un groupe de cinq amplificateurs, avec, entre le 3e et le 4e amplificateur, un double filtre et un potentiomètre atténuateur, un système égalisateur et un certain nombre de récepteurs téléphoniques spéciaux, le tout conditionné de façon à reproduire les vibrations sonores originales avec une proportionnalité absolument uniforme, et sans distorsion, pour toutes les hauteurs de son, sauf les effets d'élimination produits éventuellement au moyen du filtre; le transmetteur-condensateur était formé d'un condensateur à air, consistant en deux armatures dont l'une, mince et flexible, obéissant aux vibrations de la voix, suivant une disposition décrite en 1917 par MM. Crandall et Wente [1]; quant au filtre, il se composait d'un

hauteurs de son, jusqu'à 5.000 périodes par seconde; enfin le filtre servait, éventuellement, pour éliminer soit les basses, soit les hautes fréquences et n'envoyer aux récepteurs qu'une bande de sons de hauteur déterminée.

Une première conclusion des essais ainsi effectués est que l'oreille est loin d'être conditionnée d'une façon correspondante chez les divers individus: chaque oreille possède des caractéristiques déterminées, qui la rendent plus ou moins sensible à telle ou telle hauteur de son, de telle sorte que, pour rendre perceptible à une oreille déterminée telle hauteur de son, il faut atteindre une intensité de vibration donnée, variant d'observateur à observateur; la figure 1 ci-contre est absolument démonstrative à cet égard; elle reproduit les « audiogrammes » de 20 observateurs du sexe féminin, relevés sur papier logarithmique; ces courbes montrent quelle est l'intensité de vibration à mettre en œuvre pour chaque

1. Wente et Crandall : *Physical Review*, juillet 1917 et juin 1918.

fréquence pour impressionner l'oreille des divers observateurs [1]. Le système téléphonique spécial réalisé par les expérimentateurs américains se distinguait de l'oreille humaine en ce qu'il présentait une sensibilité pratiquement uniforme pour toutes les hauteurs de sons.

Une deuxième conclusion des essais est que l'amplitude normale des sons émis dans la parole correspond à peu près, mais pas absolument, au maximum de rendement d'articulation (fig. 2); si l'on augmente l'amplitude des vibrations, le rendement d'articulation diminue : autrement dit, les erreurs de perception deviennent plus nombreuses; si, au contraire, on diminue l'amplitude, le rendement d'articulation augmente; la meilleure perception est obtenue avec une amplitude correspondant approximativement au millième de l'amplitude initiale; après cela, le rendement diminue, faiblement d'abord, rapidement ensuite; le rendement reste cependant satisfaisant beaucoup plus loin qu'on ne serait porté à le croire; tout ceci, bien entendu, dans l'hypothèse d'une transmission parfaite, n'altérant pas l'importance relative des sons les uns vis-à-vis des autres.

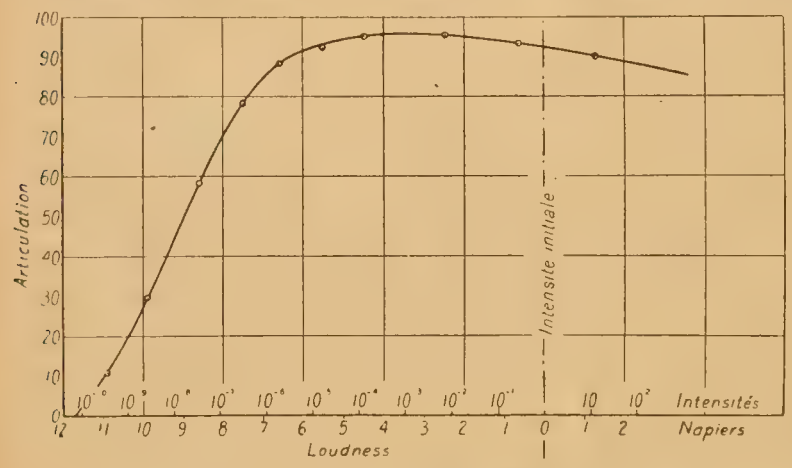


Fig. 2. — *Variation du rendement d'articulation en fonction de l'amplitude des vibrations.*

Troisième point important : les variations du rendement d'articulation ne sont pas d'ailleurs les mêmes pour les différents sons; l'amplitude de vibration à partir de laquelle les erreurs d'interprétation deviennent appréciables diffère suivant les sons; la limite à laquelle la perceptibilité cesse est cependant très sensiblement la même pour tous; les consonnes sont généralement plus difficiles à interpréter que les voyelles; l'*i* (l'*è* anglais, du mot team, par exemple), comme voyelle, et les consomnes *l*, *r*, *ng*, font exception : l'*i* est le son le plus difficile à interpréter, celui qui donne lieu au plus grand nombre d'erreurs; les consonnes *l*, *r*, *ng* sont à peu près les sons les plus aisés à interpréter; du moins en est-il ainsi aux intensités moyennes ou voisines de la moyenne; aux faibles amplitudes, la consonne *l* devient beaucoup plus difficile à percevoir que le son *i* et donne alors lieu à trois fois plus d'erreurs que celui-ci; les sons *i* (l'*i* court du mot tip), *ou*, *er*, *o* se perçoivent à peu près également bien à toutes les intensités.

Quatrième constatation intéressante : très remarquables sont les observations faites en « filtrant » les sons, en éliminant leurs composantes à haute ou à basse fréquence; ici, encore une fois, les essais ont été faits pour l'ensemble des sons, en général, et pour chaque catégorie de sons fondamentaux, en particulier. D'une façon générale, l'élimination des composantes à haute fréquence (1.500 et plus) est beaucoup plus défavorable que celle des composantes à basse fréquence; un système qui ne transmet que les sons de fréquence inférieure à 1.000 périodes par seconde ne donne un rendement d'articulation que de 40 %; au contraire, celui qui transmet seulement les sons à plus de 1.000 périodes par seconde a un rendement d'articulation de 86 %; chose d'autant plus remarquable que l'énergie représentée par ces sons constitue moins de 20 % de l'énergie totale [1].

Un système qui élimine les fréquences de moins de 500 par seconde, élimine 60 % de l'énergie et ne réduit le rendement d'articulation que de 2 %; avec un système qui élimine les sons de plus de 1.500 périodes par seconde, on ne perd que 10 % de l'énergie, mais le rendement d'articulation tombe à 65 %; celui qui élimine les seules vibrations d'une fréquence supérieure à 3.000 par seconde a un rendement à peine équivalent à celui du système où sont écartées toutes les composantes de moins de 1.000 périodes par seconde; on obtient un même rendement, de 65 %, en employant soit les sons à plus de 1.550 périodes, soit ceux à moins de 1.550; les premières représentent 10 % de l'énergie, les secondes, les 90 % restants.

Le rôle des vibrations des différentes fréquences varie, cela va de soi, pour les différents sons : les sons *é*, *l* et *i* peuvent être interprétés aussi bien avec les hautes qu'avec les basses fréquences; pour *i*, au-dessus ou au-dessous de 1.700 périodes par seconde, le rendement est de 98 %; pour *l*, il est de 97 % au-dessus ou au-dessous de 1.000 périodes; pour *i*, de 96 % au-dessus ou au-dessous de 1.350; les sons *ou*, *o*, *è* ont d'importantes caractéristiques représentées par des vibrations à moins de 1.000 périodes par seconde; les vibrations à plus de 2.000 périodes n'y interviennent pas appréciablement; par contre, les consonnes *s*, *z* et *th* sont très affectées si l'on élimine les sons à plus de 5.000 périodes et c'est principalement aux erreurs qu'occasionnent ces consonnes qu'il faut attribuer la chute du rendement d'articulation général de 98 à 82 % lorsque l'on supprime les sons à plus de 2.500 périodes.

1. Fletcher et Wegel : *Proceedings of the National Academy of Science*, t. VIII, n° 1, p. 5-6 ; janvier 1922.

1. Crandall et Mac Kenzie : *Physical Review*, mars 1922.

Toutes les observations faites sont, on le voit, d'un intérêt capital et il faut féliciter les expérimentateurs du brillant travail auquel ils se sont livrés : il n'est pas douteux qu'en persévérant dans la voie qu'ils ont ainsi montrée, on puisse arriver à des résultats d'une valeur scientifique et pratique considérable.

Henri Marchand.

§ 3. — Paléontologie

Première découverte d'un Primate anthropoïde aux Etats-Unis. — M. H. F. Osborn a récemment présenté à l'Académie nationale des Sciences des Etats-Unis [1] une petite dent, de 10,5 × 11 mm. de diamètre de la couronne, découverte dans l'ouest du Nebraska par M. H. J. Cook, géologue conseil, et qui établit l'arrivée d'un membre de la famille des Primates anthropoïdes dans l'Amérique du Nord, à l'époque du Pliocène moyen.

Les caractères de cette dent sont confirmés par ceux d'une troisième molaire supérieure érodée trouvée par M. W. D. Matthew dans les mêmes couches, mais qui n'avait pas été décrite parce qu'elle n'était pas suffisamment distincte. Ces deux dents établissent l'existence au Pliocène d'un type nouveau et indépendant d'anthropoïde, intermédiaire comme structure de molaire entre le type simien anthropoïde et le type humain. Cet animal constitue certainement un nouveau genre de singe anthropoïde ; il est probablement arrivé d'Europe et d'Asie avec l'élément sud-asiatique important récemment découvert dans la faune pliocène américaine par Merriam, Gidley et d'autres. L'auteur lui donne le nom d'*Hesperopithecus haroldcookii*.

La dent trouvée ressemble au type humain d'une façon beaucoup plus étroite qu'aucune autre dent de singe anthropoïde : c'est pourquoi il s'agit bien d'un type nouveau et indépendant de Primate ; il faut espérer que de nouvelles découvertes permettront bientôt d'en déterminer les caractères.

L'âge géologique de ces deux dents est probablement le même que celui de la faune de Thousand Creek (Nevada) et de Rattlesnake (Oregon), où le *Pliohippus* est très abondant et varié ; elle renferme aussi des *Ilingoceras* et d'autres antilopes à affinité asiatique ; c'est la dernière faune américaine où paraisse le rhinocéros.

1. *Proc. Nat. Acad. of Sc. of the U. S. of Amer.*, t. VIII, n° 8, p. 245 ; août 1922.

§ 4. — Zoologie

Les résultats de la protection officielle du bison aux Etats-Unis. — On sait que la chasse à outrance du bison dans l'Amérique du Nord menaçait à la fin du siècle dernier d'en éteindre complètement la race. Les pouvoirs publics s'émurent, et une loi du Congrès, approuvée par le Président Roosevelt le 1er juillet 1902, ordonna l'achat de 21 bisons sauvages et leur établissement en liberté dans le parc National de Yellowstone. A cette époque, on n'estimait plus qu'à 1.750 le nombre de ces animaux, dont 600 bisons des bois au Canada, un troupeau de 200 appartenant à un propriétaire du Montana, un total de 52 têtes propriété du Gouvernement et réparties entre divers parcs nationaux et jardins zoologiques, et enfin un certain nombre de petits troupeaux isolés.

A l'heure actuelle, d'après une communication de M. Palmer à la Société biologique de Washington [1], les mesures de protection prises ont exercé leur effet, et le nombre des bisons dépasserait 10.000 en Amérique du Nord, dont 6.000 au Canada et 4.000 aux Etats-Unis. Le Gouvernement lui-même possède 9 troupeaux très éloignés comptant environ 1.250 bêtes : deux dans l'Est, deux dans le Sud-Ouest, trois dans la région des Plaines du nord et deux dans les Montagnes rocheuses : cinq de ces troupeaux sont établis dans des parcs nationaux. Tous ces animaux, à l'exception de 130, sont nés dans les réserves.

Plusieurs problèmes biologiques importants se posent à propos du bison : tels ceux des maladies, de l'évolution générale et de la reproduction.

Quatre affections sérieuses peuvent atteindre le bison : la fièvre du Texas, la gastro-entérite, la septicémie hémorragique et l'avortement contagieux. Mais la très grande dispersion des divers troupeaux du Gouvernement empêcherait une épidémie quelconque d'exterminer entièrement l'espèce aux Etats-Unis.

La durée de la vie du bison, le nombre normal de veaux, le rapport normal des sexes sont encore inconnus.

Le bison commence à se reproduire dès la 3e année, et les femelles ont un veau chaque année suivante, ou deux années sur trois, mais on ignore pendant combien d'années. On connaît une femelle ayant eu encore un veau à 26 ans, et une autre à 22.

Le plus vieux bison connu est au Jardin des Plantes à Paris ; on lui attribue l'âge de 31 ans. Les plus vieux animaux des troupeaux du Gouvernement sont une femelle de 24 ans et un mâle de 20 ans.

1. Résumées dans *J. of the Washington Acad. of Sc.* t. XII, n° 14, p. 333 ; 19 août 1922.

ÉTUDES SUR L'ANTHRAQUINONE[1]

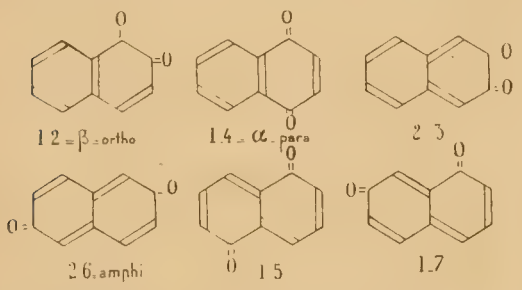
I. — Généralités

1. *Nomenclature.* — Le nom d'*anthraquinone* a été introduit dans la science par Graebe et Liebermann[2] pour désigner la substance obtenue par Laurent[3] en oxydant l'anthracène au moyen d'acide nitrique.

Laurent appela cette substance tout d'abord *paranaphtalèse*, puis *anthracénuse*.

Graebe et Liebermann l'identifièrent indépendamment de Kraut[4] avec l'*oxanthracène* d'Anderson[5]. Leur nouvelle désignation fut justifiée par le fait que la formule $C^{14}H^8O^2$ de l'anthraquinone dérive de celle de l'anthracène $C^{14}H^{10}$, comme la benzoquinone $C^6H^4O^2$ du benzène C^6H^6 ou comme la naphtoquinone $C^{10}H^6O^2$ du naphtalène $C^{10}H^8$.

En oxydant l'anthracène, on remplace simplement deux atomes d'hydrogène par deux atomes d'oxygène. Or cette équivalence n'est possible que si les deux atomes d'oxygène sont fixés comme ceux de la molécule de la benzo- ou de la naphtoquinone. Dans la série benzénique, nous avons les ortho- et paraquinones. Nous les retrouvons également dans la série naphtalénique, où la théorie prévoit un total d'au moins six isomères : trois homo- et trois hétéronucléiques :

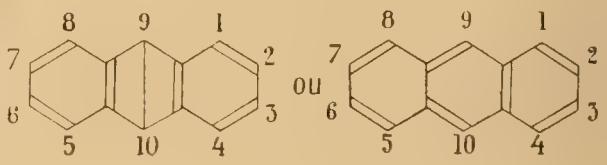


En réalité, on n'en connaît que quatre : l'ortho, β ou 1 : 2-naphtoquinone; la para, α ou 1 : 4-naphtoquinone; des dérivés de la 2 : 3-naphtoquinone et la 2 : 6 ou amphinaphtoquinone.

2. *Isomérie.* — La constitution de l'anthracène permet également de prédire plusieurs isomères. Ils sont théoriquement aussi au nombre d'au moins six, dont quatre possèdent les deux atomes d'oxygène dans le même noyau benzénique et deux dans des noyaux différents.

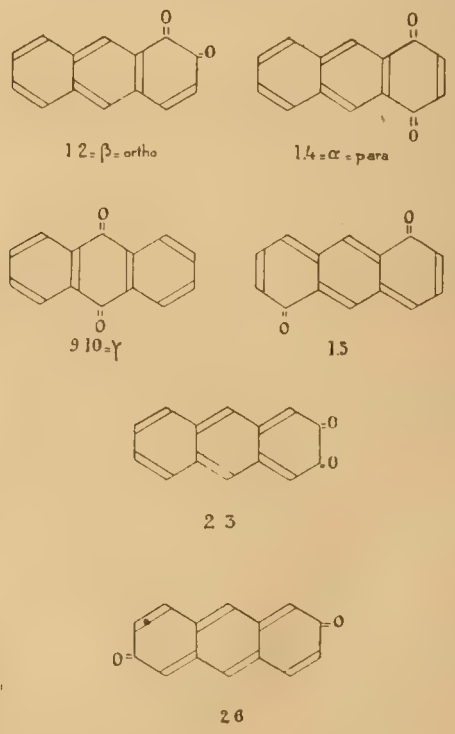
On exprime leur constitution, comme dans les naphtoquinones, par des préfixes qui spécifient l'emplacement des atomes de carbone qui portent les atomes d'oxygène.

Les atomes de carbone de la molécule de l'anthracène reliés à des atomes d'H sont numérotés de 1 à 10 et donnent lieu au schéma suivant pour la formule de cet hydrocarbure :



Comme les carbones médians 9 et 10 et leurs dérivés directs présentent un caractère spécial, ils sont fréquemment désignés par le préfixe « méso » (ou ms); de même on a l'habitude de préciser la substitution dans les positions 1, 4, 5 et 8, qui donne le même dérivé mono-substitué, par la lettre α, en opposition avec la substitution appelée β dans les positions 2, 3, 6 et 7.

3. *Les α-, β- et γ-anthraquinones.* — Sur les six anthraquinones théoriquement possibles, et dont nous donnons ci-dessous la constitution :



1. Conférence faite au Laboratoire de M. Haller, à la Sorbonne, le 31 mai 1921.

2. *Annalen Chem.*, Suppl. VII, p. 257 (1870), ou Decker : Graebe's Untersuchungen über Chinone (1911), p. 268.

3. *Ann. chim. phys.*, t. LX, p. 220; t. LXVI, p. 148; t. LXXII, p. 415; *Berzelius Jahresber.*, t. XVI, p. 366.

4. *Annalen Chem.*, Suppl. VII, *loc. cit.*

5. *Ann. Chem.*, t. CXXII, p. 294.

nous n'en connaissons provisoirement que trois :

l'$\alpha = 1 : 4$ ou para-anthraquinone,
la $\beta = 1 : 2$ ou ortho-anthraquinone, et
la $\gamma = 9 : 10$-anthraquinone.

Les deux premières, pratiquement sans importance, sont d'un réel intérêt scientifique. Elles ont été étudiées par Dienel[1] et Lagodzinski[2] et prennent naissance en oxydant en milieu aqueux les amino-oxyanthracènes (amino-anthrols) correspondants, soit au moyen de perchlorate, soit au moyen d'acide chromique. Pisovschi[3] obtint l'α-anthraquinone également par oxydation du 1 : 4-diamino-anthracène.

Retenons simplement de cette étude la très grande similitude qui existe, d'une part entre l'*α-naphto*-quinone et l'*α-anthraquinone*, et d'autre part entre la *β-naphto*- et la *β-anthraquinone*.

	α		β	
	Naphto-quinone	Anthra-quinone	Naphto-quinone	Anthra-quinone
Point de fusion	125°	206°	se décomposent à la fusion 115-120°	à 185-190°
Couleur des cristaux	jaune	jaune	rouge	rouge
Volatilité	vol.	vol.	non vol.	non vol.
Sublimation	subl.	subl.	non subl.	non subl.
Coloration des dissolutions dans l'acide sulfurique conc.	jaune brun	gris violet	bleu vert sale	bleu indigo stable

Cette similitude parfaite est remarquable dans la coloration des produits cristallisés, dans la coloration de leur dissolution dans l'acide sulfurique concentré, dans les points de fusion, la volatilité et la sublimation, etc.[4]

Autre ressemblance très importante : les β-naphto- et β-anthraquinones sont réduites par SO^2 et par HI, les α ne le sont qu'au moyen de HI dans les mêmes conditions.

Toutes ces propriétés présentent du reste une concordance approximative avec celles des benzoquinones et déterminent, par conséquent, la nature *quinonique* d'un composé.

1. *Berl. Ber.*, t. XXXIX, p. 930.
2. *Berl. Ber.*, t. XXVII, p. 1438; t. XXVIII, p. 1422; *Ann. Chem.*, t. CCCXLII, p. 59.
3. Pisovschi : *Berl. Ber.*, t. XLI, p. 1436.
4. Dienel : *Berl. Ber.*, t. XXXIX, p. 930.

Les différentes quinones envisagées se distinguent par leur degré de stabilité. Celui-ci progresse et va apparemment de pair avec l'augmentation du poids moléculaire.

4. *Importance industrielle et scientifique de la γ-anthraquinone.* — Alors qu'il est indispensable de spécifier, par un préfixe, les anthraquinones α et β, l'on comprend toujours et sans donner lieu à une équivoque, sous le simple terme d'*anthraquinone*, le seul important des dérivés quinoniques de l'anthracène, à savoir la γ ou 9 : 10-anthraquinone. Son importance est considérable tant au point de vue industriel qu'au point de vue scientifique.

Industriellement la presque totalité de l'anthracène retiré des produits de distillation de la houille est oxydée en anthraquinone, et cette source devenant éventuellement insuffisante, l'on envisage dès à présent sérieusement sa synthèse en partant du naphtalène et en passant par l'anhydride phtalique et l'acide *o*-benzoylbenzoïque[1].

C'est que l'anthraquinone ou ses dérivés sont le point de départ pour la fabrication de toutes les matières colorantes — fort nombreuses et très importantes — dérivant de l'anthracène.

Même pour de simples produits de substitution de l'anthracène, comme l'α-oxyanthracène (α-anthrol), qui entre dans la préparation[2] de l'indigo-alizarine G :

$$C^6H^2Br^2 \begin{matrix} CO \\ NH \end{matrix} \Big\rangle C = C \Big\langle \begin{matrix} CO \\ C^2H^2 \end{matrix} \Big\rangle C^{10}H^6$$

on passe par le détour de la réduction de l'α-sulfo-anthraquinone[3].

Scientifiquement, la chimie de l'anthraquinone présente des phénomènes du plus haut intérêt. Elle les offre nombreux, variés et originaux, tels qu'ils n'ont guère été dépassés dans aucun autre domaine de la Chimie organique. Aussi n'est-il guère possible, et nous nous garderons bien de faire cet essai, d'en donner un aperçu quelque peu complet dans le cadre trop étroit d'une conférence.

Nous nous bornerons à passer en revue certaines des propriétés chimiques caractéristiques de l'anthraquinone, à discuter sa valeur chromogène et à l'illustrer par l'examen de l'une de ses nombreuses familles de matières colorantes.

1. Heller et Schulke : *Berl. Ber.*, t. XLI, p. 3627 (1908) : *Ztsch. f. ang. Chem.*, 1906, t. XIX, p. 669.
2. Brevet américain 999.439 Bauer et Herre; Brevet français 413.799.
3. Bedzik et Friedlaender : *Monatsh. f. Chem.*, t. XXX, (1909), p. 873.
Liebermann et ses collaborateurs : *Annalen Chem.*, t. CCXII, p. 43.

II. — Nature quinonique de l'anthraquinone

1. *Considérations chimiques.* — En comparant la γ ou 9 : 10-anthraquinone avec ses deux isomères α et β, on ne leur trouve de prime abord que peu de propriétés essentielles communes. Elle forme des cristaux jaune soufre, fusibles à 280°[1] en sublimant ; elle est cependant moins volatile que la plupart des paraquinones connues. Et si la grande similitude des α et β-naphtoquinones avec les anthraquinones correspondantes est très frappante, la γ-anthraquinone s'en distingue par des différences en apparence suffisamment fondamentales pour que sa nature quinonique (voir plus haut, p. 502) ait été réellement mise en doute[2].

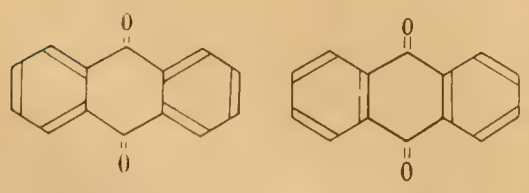
Graebe et Liebermann[3] avaient cependant déduit cette nature quinonique d'une série de faits importants qu'il est intéressant de rappeler.

Il y a tout d'abord la composition centésimale par rapport à l'anthracène, puis sa préparation par l'oxydation de cet hydrocarbure, sa transformation en trichloranthracène et enfin les propriétés de l'alizarine, reconnue comme une dioxyanthraquinone, et concordant nettement avec celles de l'acide chloroxynaphtoïque et de l'oxynaphtoquinone.

Plus tard, Graebe et Liebermann[4] établirent, en outre, les conditions pour la préparation de l'anthrahydroquinone. Et, sans négliger du reste l'existence d'une anomalie de propriétés et de modes d'obtention, ils la mettent sur le compte d'une stabilité caractéristique de l'anthraquinone. Ils rangent, par conséquent, ce composé dans la famille des quinones du benzène et du naphtalène, où ces dernières formeraient le pont entre les dérivés de l'anthracène et du benzène.

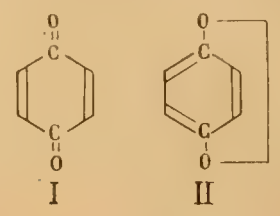
Ces savants n'hésitent donc nullement à assigner au produit d'oxydation de l'anthracène des fonctions quinoniques.

Elles trouvent leur expression dans la formule de l'anthraquinone que l'on peut représenter soit par le schéma I, soit par le schéma II. Nous donnons la préférence au schéma II, qui fait mieux ressortir la nature quinonique et qui répond mieux aux considérations qui suivent.



1. de Barry Barnett : Anthracene and Anthraquinone. Baillère, Tindall and Cox, London, 1921, p. 76.
2. Moureu : Notions fondamentales de Chimie organique (1917). Gauthier-Villars, p. 207.
3. *Loc. cit.*
4. *Berl. Ber.*, t. III, p. 634.

L'anthraquinone apparaît dans cette formule comme un composé cétonique et plus exactement comme une « diphénylènedicétone ». La plupart des synthèses directes de l'anthraquinone et d'autres preuves appuyent indubitablement cette conception. Et c'est en se basant sur cette dernière constatation et sur certaines propriétés de la phénanthrènequinone, que Fittig[1] opposa pour toutes les quinones, d'une façon générale, la formule dicétonique (I) à la structure « peroxyde » (II) préconisée par Graebe.

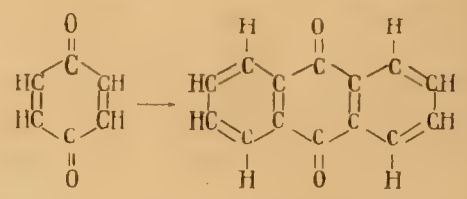


Elle peut être adaptée logiquement aux quinones les plus typiques.

Leur pouvoir d'oxydation énergique, qui les rapproche des peroxydes, ne les éloigne nullement des dicétones alicycliques. Ces dicétones alicycliques ont des liaisons éthyléniques en configuration conjuguée qui présentent un véritable caractère oléfinique. Elles sont par conséquent fort réactives, et il suffit de rappeler les travaux et les explications théoriques de Thiele[2] sur les composés oléfiniques à liaisons éthyléniques conjuguées pour comprendre que la réduction de la benzoquinone, p. ex., ne conduit pas au diglycol du dihydrobenzène, mais bien à un diphénol, l'hydroquinone.

En nous plaçant à ce point de vue, l'examen de la constitution de l'anthraquinone nous conduit à la conclusion que celle-ci est une dicétone dont l'anomalie signalée par rapport à la nature quinonique n'est qu'apparente.

L'anthraquinone est à considérer comme une véritable quinone que nous dérivons de la *p*-benzoquinone en y substituant les deux paires d'atomes d'hydrogène par deux radicaux benzéniques.



Or, comme cette substitution affecte en même temps les deux liaisons oléfiniques de la benzoquinone (de cette dicétone alicyclique) en les ren-

1. Fittig : *Ann. Chem.*, t. CLXXX, p. 23.
2. Thiele : *Ann. Chem.*, t. CCCVI, p. 87.

dant aromatiques [1], elle diminue forcément leur activité oléfinique.

Alors que, dans la benzoquinone, les liaisons éthyléniques conjuguées relient les deux groupes cétoniques si intimement qu'ils réagissent généralement de pair, les deux radicaux carbonyle de

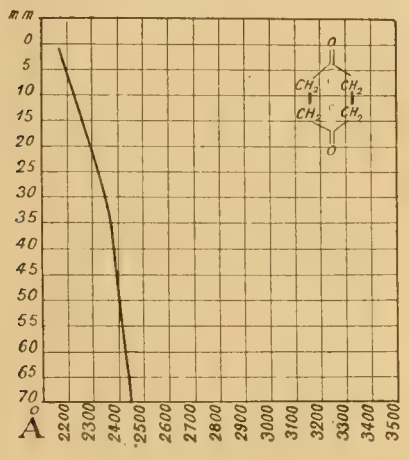


Fig. 1.— *Courbe d'absorption du dicétohexaméthylène*

l'anthraquinone sont bien plus indépendants l'un de l'autre, et par ce fait, ils sont plus stables. Aussi ont-ils une tendance prononcée à réagir séparément.

En d'autres termes, entre benzo- et anthraqui-

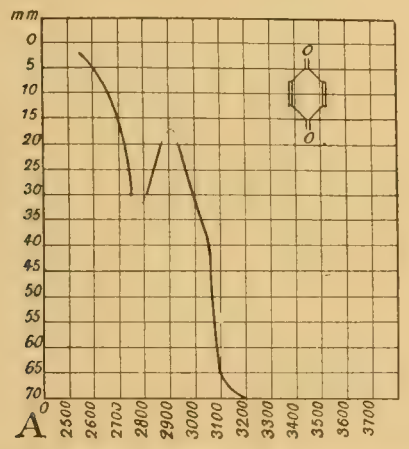


Fig. 2. — *Courbe d'absorption de la p-benzoquinone.*

none, il n'y a pas de différence d'espèce, mais simplement une différence de degré. Cette différence d'ordre graduel existera aussi, sans aucun doute, entre benzo- et naphtoquinone, puisque celle-ci dérive encore de la première, en transformant, il est vrai, seulement une seule liaison oléfinique en liaison aromatique. Rendue moins aromatique que l'anthraquinone, l'α-naphtoquinone constitue un terme intermédiaire entre benzo- et anthraquinone.

1. Willstætter et Parnas : *Berl. Ber.*, t. XL, p. 1406 1907).

Modes d'obtention et propriétés confirment cette supposition. La stabilité progressive, d'une part, et la préparation par oxydation des hydrocarbures correspondants, d'autre part, sont entre autres les premiers exemples à l'appui.

Ainsi benzène, naphtalène et anthracène pas-

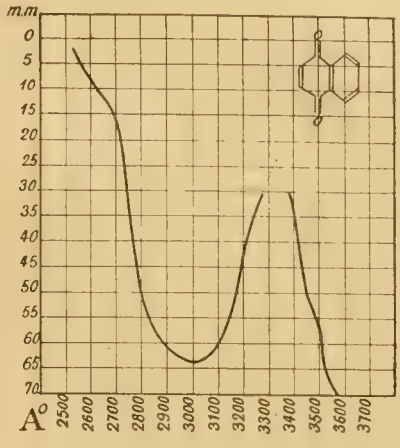


Fig. 3. — *Courbe d'absorption de l'α-naphtoquinone*

sent les trois, par oxydation au moyen d'acide chromique ou de ses dérivés, en quinones. Seulement dans le premier cas, il nous faut du chlorure de chromyle [1], et dans le second [2] la réaction est bien moins nette qu'avec l'anthracène.

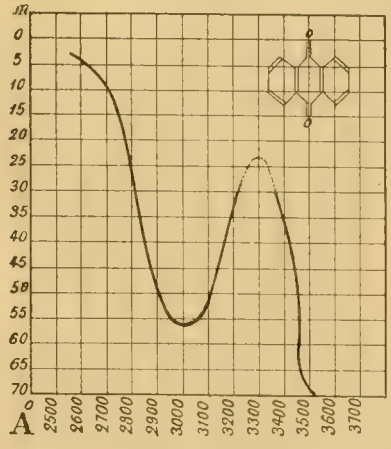


Fig. 4. — *Courbe d'absorption de l'anthraquinone.*

2. *Etude spectro-photométrique.* — Ensuite l'étude spectro-photométrique ultra-violette [3] permet de démontrer d'une manière particulièrement évidente l'analogie frappante de structure chimique entre benzo-, α-naphto- et anthraquinone. Elle illustre nettement la différence de leur structure avec celle de la dicétone typique

1. Etard : Thèse de doctorat, Paris, 1880. *Ann. chim. phys* [5], t. XXII, p. 268.

2. Groves : *Ann. Chem.*, t. CLXVII, p. 357 ; Plimpton : *Soc.*, t. XXXVII, p. 634.

3 Résultats inédits Battegay et Bernhardt ; voir également Stewart et Baly : *Proc. Chem. Soc.*, 1908, p. 284.

correspondante, du dicétohexaméthylène. Les représentations graphiques des courbes d'absorption (fig. 1 et 2 à 4) donnent les concordances parfaites des bandes d'absorption tant au point de vue du nombre que de l'aspect et qui caractérisent si nettement la *p*-benzoquinone et ses

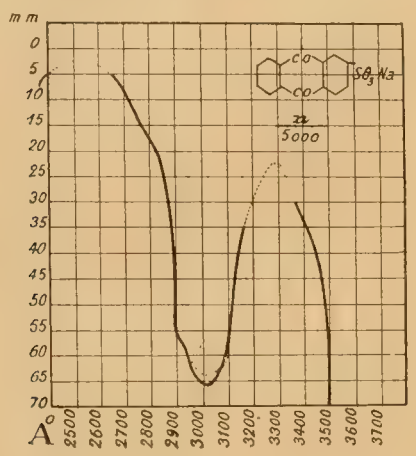


Fig. 5. — *Courbe d'absorption de la β-sulfoanthraquinone.*

dérivés[1]. A titre documentaire et comparatif, nous joignons les courbes d'absorption de la β sulfo-anthraquinone (fig. 5) et de l'indanedione (fig. 6).

Il suffit, à présent, de jeter un coup d'œil sur les

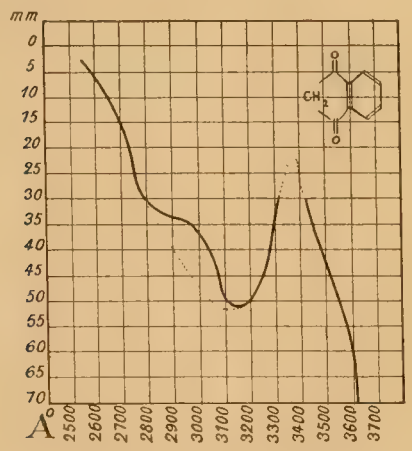
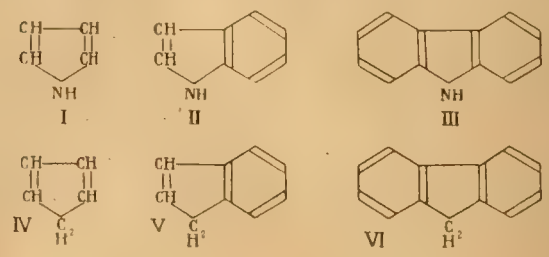


Fig. 6. — *Courbe d'absorption de l'indanedione.*

formules de constitution des α, β, et γ-anthraquinones pour y trouver l'expression des différences dans les propriétés relatées plus haut.

3. *Stabilité et constitution.* — L'influence très intéressante du degré de saturation des liaisons éthyléniques sur les propriétés d'un composé organique peut être illustrée par d'autres exemples éminemment probants.

Ainsi le pyrrol (I), l'indol (II) et le carbazol (III), puis le cyclopentadiène (IV), l'indène (V) et le fluorène (VI) présentent un accroissement progressif de la stabilité particulièrement considérable, qui ne peut être expliqué que par les différents degrés de saturation.



4. *Coloration et stabilité.* — Fréquemment cette gradation de stabilité va de pair avec celle de la coloration. Nous la trouvons déjà dans la gamme benzo-, α-naphto et anthraquinone. La première est jaune d'or, la dernière à l'état précipité est blanche.

Cette gradation de coloration est remarquablement visible dans les exemples suivants :

Diphénylfulvène[1] (rouge rubis) — Diphénylbenzofulvène[1] (jaune orangé)

Diphényldibenzofulvène[1] (blanc; en solution jaune)

Tétraphénylquinodiméthane[2] (orangé rouge) — Tétraphényl-α-naphtoquinodiméthane[3] (jaune)

Tétraphénylanthraquinodiméthane[4] (blanc)

III. — Réduction de l'anthraquinone et de ses dérivés

1. *Action des agents de réduction.* — A la suite de ce développement, examinons le pouvoir oxydant de l'anthraquinone ou, si l'on préfère, son attitude vis-à-vis des agents de réduction. L'anthraquinone a la réputation d'être dépourvue de toute action oxydante[5]. Sans doute, elle ne peut se comparer, et pour cause, avec l'action énergique d'une quinone où toutes les liaisons éthyléniques sont oléfiniques. Elle est à froid sans action sur l'acide sulfureux, sur H^2S, sur III aqueux, sur les dérivés triphénylméthaniques, etc., pierres de touche habituelles pour caractériser des agents d'oxydation.

Cependant cette passivité oxydante de l'anthraquinone n'est nullement absolue. Elle n'est que relative ou graduelle, car elle ne se manifeste plus dès qu'on applique des agents de réduction appropriés.

1. Hantzsch : *Berl. Ber.*, 1919, t. LI, p. 527.

1. Thiele : *Berl. Ber.*, t. XXXIII, p. 66 (1900) ; Courtot : Thèse de doctorat, Nancy, 1915.

2. Thiele et Balhorn : *Berl. Ber.*, t. XXXVII, p. 1463 (1904).

3. 4. Staudinger : *Berl. Ber.*, t. XLI, p. 1362 (1908).

5. Willstætter et Parnas : *Berl. Ber.*, t. XL, p. 1406 (1907).

Dimroth et Hilcken : *Berl. Ber.*, t. LIV, p. 3053 (1921).

Graebe et Liebermann[1] le prouvaient déjà au moyen de la poudre de zinc et d'un alcali qui transforment aisément, à froid en milieu aqueux, l'anthraquinone en hydroquinone. D'autres réactifs comme l'amalgame de sodium, en milieu alcoolique[2,3], les hydrosulfites[4], les sulfoxylates, III, le sel d'étain, Sn, Cu, Al avec des acides, réduisent facilement l'anthraquinone et donnent, suivant les conditions, naissance à divers et nombreux dérivés anthracéniques[5].

Industriellement la réduction de l'anthraquinone et surtout de ses dérivés joue un rôle fort important. On l'exécute généralement au moyen d'hydrosulfite ou de sulfoxylate, et elle constitue le principe essentiel des modes d'application des colorants à cuve. C'est par cette opération qu'on leur confère la solubilité indispensable ainsi que les propriétés tinctoriales.

2. *Emploi de l'anthraquinone comme catalyseur dans la réduction.* — L'action de l'hydrosulfite de soude sur l'anthraquinone a été examinée par M. E. Grandmougin[6]; elle donne naissance à de l'anthrahydroquinone[7], qui est douée d'une tendance énergique à se réoxyder en anthraquinone. Le jeu répété de cette réduction et de cette réoxydation interviendrait, d'après Planowski[8], dans l'action catalytique de l'anthraquinone, observée et appliquée par Ch. Sunder et Slatoustoffski[9] dans la réduction du grenat d'α-naphtylamine au moyen de sulfoxylate-formaldéhyde. Ce colorant monoazoïque (β-oxy-azo-α : α'-naphtalène)[10], insoluble, engendré pour cette raison, en teinture, sur la fibre de coton même, présente la curieuse propriété d'être réfractaire à l'intervention des agents de réduction les plus énergiques. Les préparations habituelles, à base de sulfoxylate-formaldéhyde, employées en impression pour dégrader ou enlever (c'est-à-dire décolorer) les colorants azoïques, en les scindant, en général, d'après le schéma :

$$R.N : N.R' + 4H = R.NH^2 + R'.NH^2,$$

sont ici sans effet.

1. Graebe et Liebermann : *Ann. Chem.*, t. CLX, p. 121-125 (1871).
2. Claus : *Berl. Ber.*, t. X, p. 11.
3. En milieu aqueux ne réduit pas (Battegay et Brandt).
4. Grandmougin : *Berl. Ber.*, t. XXXIX, p. 3563.
5. V. Thèse de doctorat de M. Ph. Brandt, Strasbourg, 1922 (Battegay).
6. Grandmougin : *Berl. Ber.*, t. XXXIX, p. 3563 (1906) ; *J. pr. Chem.*, [2], t. LXXVI, p. 138 (1907).
7. Il se forme encore à côté d'autres produits de réduction que nous sommes en train d'identifier (Battegay et Huber.)
8. Planowski : *Ztschft fur Farbenindustrie*, 1907 (Buntrock), p. 111.
9. Ch. Sunder et Slatoustoffski : *Bull. de Mulh.*, 1906, p. 365 ; 1907, p. 382.
10. α-naphtylamine-azo-β-naphtol.

Il suffit d'ajouter à ces mêmes préparations une petite quantité d'anthraquinone pour vaincre la résistance en question. Si l'on suppose que l'anthrahydroquinone se reforme toujours intermédiairement, puis se réoxyde immédiatement aux dépens du colorant azoïque, l'anthraquinone agirait alors comme transporteur d'hydrogène. Cette action catalytique de l'anthraquinone s'exerçant, en pratique, sur les hydrosulfites ou sulfoxylates en milieu aqueux, il n'est pas surprenant d'apprendre que l'efficacité du catalyseur dépend essentiellement de son état de division, que l'on peut réaliser, du reste, de différentes manières, à la perfection[1].

Il pouvait alors paraître tout naturel d'envisager, à la place de l'anthraquinone insoluble, un de ses dérivés directs solubles dans l'eau, à savoir les sels des acides anthraquinonesulfoniques. Les essais entrepris avec les α et β-sulfo-anthraquinones et avec quelques disulfo-anthraquinones donnent cependant des résultats négatifs[2]. Ces résultats négatifs ont retenu notre attention, et donné lieu aux hypothèses suivantes : On pourrait les attribuer tout d'abord à une *stabilité* des sulfoanthrahydroquinones, leur formation intermédiaire ne faisant aucun doute — à en juger d'après la forte coloration rougeâtre après addition d'alcali — dans ce mode de réduction. Les différents tons présentés par cette coloration rougeâtre permettent même de distinguer l'α et la β-sulfoanthraquinone[3].

On pourrait aussi supposer, vu que la réduction se passe pratiquement en milieu neutre et peut-être même légèrement acide, qu'elle donne naissance (par transformation) aux dérivés tautomères des sulfoanthrahydroquinones, c'est-à-dire aux sulfoxanthrones qui, contrairement aux premières, sont plutôt réfractaires à l'oxydation et, par conséquent, sans valeur catalysante.

Il y a enfin une troisième possibilité. La réduction des sulfoanthraquinones ne s'arrêterait pas du tout au terme intermédiaire d'une hydroquinone ou d'une oxanthrone ; elle se poursuivrait en donnant des sulfoanthracènes, comme dans la réduction avec la poudre de zinc et l'ammoniaque[4].

Dans une étude faite sur la β-sulfoanthraquinone[5], nous avons examiné ces trois possibilités

1. Battegay, Lipp et Wagner : *Bull. de Mulh.*, 1921, p. 323.
2. H. Schmid : *Bull. de Mulh.*, 1906, p. 368 ; Battegay, Lipp et Wagner : *loc cit.* ; Sunder et Bader : *Bull. de Mulh.*, 1921, p. 187.
3. Dunschmann : *Berl. Ber.*, t. XXXVII, p. 331 (1904).
4. Liebermann : *Ann. Chem.*, t. CCXVII, p. 57.
5. Battegay et Brandt : résultats inédits (voir thèse de doctorat de M. Brandt, Strasbourg, 1922).

et pu constater la réalisation partielle de la troisième hypothèse.

3. *Réduction de la β-sulfoanthraquinone.* — La réduction de la β-sulfoanthraquinone au moyen d'hydrosulfite de soude ou de sulfoxylate, tout en ne s'arrêtant pas au terme hydroquinonique, ne se poursuit que jusqu'à la phase de l'anthranol.

Nous avons pu établir, par la suite, des conditions transformant nettement le sel de la β-sulfoanthraquinone en sel de β-sulfoanthranol. Celui-ci est un composé stable et, par conséquent, dépourvu de toute action catalysante.

Dans un premier essai, nous avons reproduit, *in vitro*, aussi fidèlement que possible, les conditions dans lesquelles a lieu la réduction du grenat d'α-naphtylamine sur fibre. On constate que le mélange de sulfoxylate-formaldéhyde (10 mol.) et de β-anthraquinonesulfonate de soude (1 mol.) se colore en rouge en dégageant de l'hydrogène sulfuré et de la formaldéhyde. Cette coloration passe assez rapidement à l'orangé. La masse ne changeant plus de couleur, elle est dissoute dans de l'eau chaude et forme une liqueur orangé intense. Soumise à l'action oxydante d'un courant d'air, elle vire au jaune franc. Cette décoloration partielle est due à la réoxydation de la sulfoanthrahydroquinone, que l'on peut régénérer par une addition d'hydrosulfite de soude. Celle-ci reproduit la coloration orangé intense.

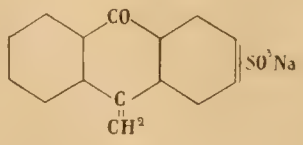
Première conclusion : la β-sulfanthrahydroquinone, formée intermédiairement, n'est pas stable.

Seconde conclusion : la liqueur finale, après le traitement par un courant d'air, étant nettement jaune, elle ne renferme pas uniquement de la β-sulfoanthraquinone, qui donnerait une liqueur incolore.

Troisième conclusion : cette liqueur ne peut renfermer des quantités quelque peu appréciables de β-sulfoanthracène, dont le sel de soude, très peu soluble dans l'eau froide, se déposerait ou se manifesterait au moins par la fluorescence caractéristique de ses solutions aqueuses étendues.

Du moment que la réduction au moyen de sulfoxylate-formaldéhyde ne s'arrête pas au dérivé hydroquinonique et qu'elle n'aboutit pas au terme anthracénique, on est en droit de supposer qu'il se forme un intermédiaire, à savoir la sulfoanthrone ou le sulfoanthranol, respectivement leurs dérivés.

Le sulfanthranol ou la sulfanthrone peuvent, en effet, se prêter à des réactions secondaires, par suite de la présence de l'aldéhyde formique provenant du réducteur employé, et donner éventuellement naissance à un produit de condensation :



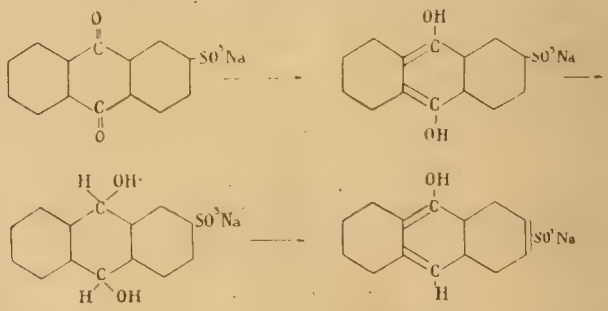
Afin d'éviter cette action éventuelle de l'aldéhyde formique, nous l'avons supprimée dans les essais suivants.

La réduction a été faite avec de l'hydrosulfite de soude anhydre. La solution aqueuse neutre donne lieu à une décomposition prématurée de l'hydrosulfite et la réduction y est peu nette.

4. *β-sulfoanthranol et β-sulfoanthrone.* — En milieu alcalin, elle peut être dirigée aisément jusqu'à disparition complète de l'anthrahydroquinonesulfonate de soude, de manière à séparer la presque totalité de l'anthranolsulfonate de soude. Le liquide de réaction refroidi le dépose à l'état de paillettes jaune brillant. C'est un produit stable. Nous l'avons identifié par l'analyse, par son poids moléculaire, par les réactions typiques des anthranols, à savoir la copulation avec le diazohydrate de la paranitraniline, et avec la nitrosodiméthylaniline, la décoloration des solutions de brome dans l'eau, d'iode dans le KI, par le virage au jaune clair avec acides minéraux dû à la transformation en sulfanthrone.

La recristallisation en présence d'HCl permet de séparer le β-anthronesulfonate de soude cristallisé.

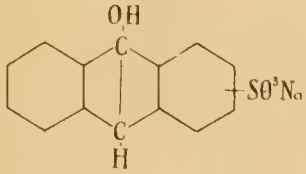
Fait assez intéressant à signaler : la fluorescence caractéristique des solutions de l'anthranol disparaît par l'introduction du groupe sulfonique. Si l'on veut représenter schématiquement la transformation de la β-sulfoanthraquinone en β-sulfoanthranol, nous avons le tableau suivant :



L'anthranol-β-sulfonate de soude prête par sa constitution à une discussion sur la structure moléculaire de l'anthracène, à savoir s'il faut y admettre une liaison pontale ou des liaisons quinoniques. Des travaux de différents auteurs mi-

litent en faveur de cette dernière conception [1].

Pour l'anthranol-β-sulfonate de soude, l'existence d'une liaison pontale mènerait à la formule suivante :



Elle ne simplifierait pas l'explication de la forte coloration jaune orangé de ce composé, et en outre il faudrait qu'une substance de ce genre, qui dispose de deux atomes de C asymétriques différents, soit douée d'activité optique. Notre produit, à moins qu'il ne constitue des racémiques, est dépourvu de la propriété de dévier le plan de polarisation de la lumière polarisée. (Il a été examiné au polarimètre en solution à 2 %.)

IV. — Substitution directe dans l'anthraquinone

Quelle est l'influence de la structure quinonique particulière de l'anthraquinone sur l'introduction directe des différents radicaux dans sa molécule ?

Nous essayerons de l'illustrer par quelques exemples particuliers, en rappelant que la description des méthodes générales et spéciales de substitution dans l'anthraquinone est consignée dans la remarquable conférence de notre éminent compatriote, M. Robert E. Schmidt, « sur l'état de la chimie de l'anthraquinone en 1914 » [2].

En introduisant des substituants dans la molécule de l'anthraquinone, il ne s'agit évidemment pas d'une substitution dans le noyau quinonique, puisque celui-ci est déjà flanqué des deux côtés substituables par deux radicaux benzéniques.

La substitution a lieu par conséquent dans ces deux noyaux benzéniques, dont chacun peut être considéré comme déjà bisubstitué et représentant du « phtaloylbenzène ».

1. *Halogénation.* — Dans l'halogénation directe de l'anthraquinone, les deux groupes carbonyles semblent effectivement avoir la même action entravante qu'ils exercent habituellement quand ils se trouvent dans les dérivés benzéniques simples.

L'introduction directe de l'iode et du fluor n'a été apparemment guère réalisée jusqu'à présent. Le chlore et le brome n'attaquent l'anthraquinone que très difficilement.

1. Thiele : *Ann. Chem.*, t. CCCVI, p. 141 ; Schlenk : *Berl. Ber.*, t. XLVII, p. 473 ; Auwers : *Ber.*, t. LIII, p. 941, etc.

2. Conférence faite à la Soc. chim. de France et à la Soc. ind. de Mulh., *Bull. de Mulh.*, 1914, p. 409.

a) *Dibromoanthraquinones.* — Graebe et Liebermann [1] ont surmonté cette difficulté — ce fut à l'occasion de leur admirable synthèse de l'alizarine — en chauffant 1 mol. d'anthraquinone avec 4 mol. de brome en tube scellé pendant quelques heures à 100°. On introduit ainsi 2 atomes de brome avec dégagement de la quantité correspondante d'HBr. Cette préparation ne réussissant pas facilement, les mêmes savants [1] ont préféré employer un autre mode d'obtention, qui consiste à transformer par oxydation le tétrabromoanthracène d'Anderson en dibromoanthraquinone.

Ils utilisèrent, par conséquent, les deux voies suivantes :

I. Anthracène $\xrightarrow{CrO^3}$ Anthraquinone $\xrightarrow{\text{Brome}}$ Dibromoanthraquinone ;

II. Anthracène $\xrightarrow{\text{Brome}}$ Dibromoanthracène $\xrightarrow{\text{Brome}}$ Dibromoanthracènetétrabromure $\xrightarrow{\text{potasse alcoolique}}$ Tétrabromoanthracène d'Anderson F. 269/270° $\xrightarrow{CrO^3}$ Dibromoanthraquinone.

Les auteurs n'indiquent pas de point de fusion pour les produits bromés obtenus par ces deux réactions. Aussi les considérait-on, nous semble-t-il, comme étant identiques. Ils ne le sont cependant pas.

La dibromoanthraquinone qui prend naissance dans la bromuration directe de l'anthraquinone fond à 252° [2], alors que le produit d'oxydation du tétrabromoanthracène d'Anderson est fusible à 283° [3].

Une étude [2, 3] systématique des dix dibromoanthraquinones théoriquement possibles a permis de préciser également la constitution des deux dibromoanthraquinones en question. La bromuration directe de l'anthraquinone substitue les deux atomes d'hydrogène en position 2 et 7, alors que l'oxydation du tétrabromanthracène mène à la 2.3-dibromoanthraquinone.

Des conclusions fort intéressantes résultent de ces constatations. Ni l'une ni l'autre des dibromoanthraquinones employées par Graebe et Liebermann pour synthétiser, par fusion alcaline, l'alizarine, ne possèdent les deux atomes de brome dans les positions 1 et 2 et ne répondent à cette dioxyanthraquinone.

Dans le cas de la 2.7-dibromanthraquinone, la fusion alcaline donne évidemment naissance à

1. Graebe et Liebermann : *Ann. Chem.*, Suppl. VII, p. 257-322 (1870), ou Decker : C. Graebe's Untersuchungen über Chinone, p. 270.

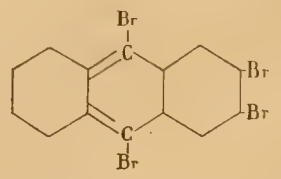
2. Battegay et Claudin : *Bull. de Mulh.*, 1920, p. 632 ; *Bull. Soc. chim.*, 1921, p. 1017.

3. Grandmougin, Sack et Seidl : *Bull. de Mulh.*, 1920 p. 632. *C. r.*, t. CLXXIII (1922), p. 717, 839.

de l'anthrapurpurine, dont les propriétés sont très similaires à celles de l'alizarine.

La 2.3-dibromoanthraquinone se transformerait, à la suite d'une transposition dans la fusion alcaline, en alizarine.

La 2.3-dibromoanthraquinone étant le produit d'oxydation du tétrabromanthracène d'Anderson, qui est sûrement un mésodibromo-dibromanthracène, celui-ci a indubitablement la constitution $C^{14}H^{6}Br^{4}$ ou :



Pour en revenir à la substitution directe par le brome, elle est donc orientée en position β, c'est-à-dire en méta, respectivement en para, par rapport aux deux groupes cétoniques. Nous ne disposons guère d'autres résultats permettant d'examiner plus amplement l'orientation du Br ou du Cl.

b) Polychloro et bromoanthraquinones.— Dans les expériences de Diehl [1], où la chloruration est faite avec le perchlorure d'antimoine, on obtient des dérivés di, tri, tétra et pentachlorés sans connaître ou pouvoir déduire avec précision l'emplacement du chlore dans les dérivés di-,tri- et tétra- substitués. Diehl [1] a réussi à introduire jusqu'à 5 atomes de brome en s'aidant de l'iode comme catalyseur, et de températures variant entre 160 et 350°.

Là encore, à part le dérivé dibromé qui est identique avec le 2.7, et le dérivé pentabromé, la position des atomes de brome n'a pas été définie.

En facilitant l'halogénation d'après le principe de Juvalta [2] par la présence d'acide sulfurique fumant, celle-ci peut s'opérer à des températures plus basses (60-130°) et les halogènes sont alors orientés tout d'abord dans les positions α. D'après le brevet allemand 228.901 [3], les Etablissement Baeyer substitueraient les 4 atomes d'H en 1, 4, 5 et 8 par du chlore en introduisant ce gaz dans la solution de l'anthraquinone dans l'acide sulfurique ou sulfurique fumant.

Il semble certain que, dans ces conditions, l'halogène est orienté tout d'abord [4] en α, donc en ortho respectivement méta par rapport aux deux groupes CO.

1. Diehl : *Berl. Ber.*, t. XI, p. 179.
2. Brevet alld 50.177 ; Friedl., t. II, p. 93 ; v. également Villiger : *Berl. Ber.*, t. XLII.
3. Brevet alld 228.901, Friedl. t. X, p. 578 ; voir égit. brevet alld 107.721, Friedl., t. V, p. 302.
4. Eckert et Steiner : *M.*, t. XXXVI, p. 269 ; *Berl. Ber.*, t. XLVII, p. 2628.

2. *Sulfonation.*— Une différence d'orientation semblable existe dans le cas de la sulfonation directe. L'anthraquinone, très réfractaire vis-à-vis de l'acide sulfurique, n'est attaquée que quand cet acide est concentré et en opérant à des températures dépassant 200° [1]. Pour une sulfonation convenable, l'emploi d'un acide sulfurique *fumant* (30 % SO^3) [2] à des températures au delà de 100°, est indispensable. Là encore, les groupes carbonyles semblent donc entraver la substitution, et au fait, comme dans la bromuration, sans catalyseur particulièrement actif, le groupe SO^3H est orienté en position β.

La préparation industrielle de la β-sulfoanthraquinone et des disulfoanthraquinones 2.6 et 2.7 est basée sur ces principes. Nous constatons que la disulfonation ne donne que des dérivés hétéronucléiques, sans doute par suite de l'action conjuguée du premier groupe sulfonique et des deux radicaux cétoniques qui empêchent l'entrée du second substituant dans le même noyau benzénique.

La découverte remarquable de M. Rob. E. Schmidt, d'une part [3], et de M. Iljinski [4], d'autre part, permet de faire entrer les groupes sulfoniques non plus en β, mais en α, quand on effectue la sulfonation en présence de mercure, en quantités même minimes.

Le mercure facilitant [5], en même temps, la sulfonation, il s'oppose apparemment à l'action entravante des deux groupes cétoniques et change l'orientation de la substitution.

Cette influence du mercure constitue une propriété générale de certains catalyseurs capables de modifier les quantités d'isomères formés dans une réaction de substitution [6].

La cause de cette influence est cependant énigmatique.

Certains auteurs, Iljinski [7], Liebermann et Pleus [8], Friedlaender [9], puis Dimroth [10], l'attribuent à un phénomène chimique. Dans le cas particulier du mercure, ce phénomène est dû à la grande facilité d'introduction de ce métal dans

1. Caro, Graebe et Liebermann : *Berl. Ber.*, t. III, p. 359 ; t. XLV, p. 2003. Graebe et Liebermann : *Ann. Chem.*, t. CLX, p. 130 ; Perkin : *Ann. Chem.*, t. CLX, p. 130.
2. J. J. Koch : Encycl. Ullmann, t. I, p. 195 (1873).
3. Rob. E. Schmidt ; *Berl. Ber.*, t. XXXVII, p. 66 ; Bayer : Brev. alld 149.801.
4. Iljinski : *Berl. Ber.*, t. XXXVI, p. 4194.
5. Holdermann : *Berl. Ber.*, t. XXXIX, p. 1250.
6. Hollemann : Conférence sur les règles de substitution dans le noyau benzénique. *Bull. Soc. chim.*, 1911, juin, p. XXX.
7. Iljinski : *Berl. Ber.*, t. XXXVI, p. 4196.
8. Liebermann et Pleus : *Berl. Ber.*, t. XXXVII, p. 646.
9. Friedlaender : *Jahresber. der Chemie* (1903), t. XIII, p. 430.
10. Dimroth : *Berl. Ber.*, t. XL, p. 2414 ; t. XXXV, p. 2870.

les composés aromatiques. La « mercurisation » des dérivés benzéniques monosubstitués est orientée en ortho, même dans les cas où, p. ex. dans l'acide benzoïque, d'après la règle de substitution habituelle, le carbonyle dirige normalement et principalement en méta. L'acide sulfurique décompose ces dérivés métalloorganiques et substitue le radical sulfonique au groupe mercurique. En résumé, la sulfonation, en présence de mercure, serait une sulfonation indirecte. Elle passerait par un terme mercurique intermédiaire, et elle serait malgré cela — dans le cas de l'anthraquinone du moins — toujours plus rapide que la sulfonation directe. Le mercure s'introduisant toujours en ortho, on obtient de l'ortho- ou α-sulfoanthraquinone, contrairement à ce qui se produit à la sulfonation directe qui mène à la méta- ou β-sulfoanthraquinone.

Cette thèse est puissamment appuyée par les expériences de Dimroth[3] sur l'acide benzoïque qui se mercurise en ortho. Le dérivé mercurique isolé et traité par l'acide sulfurique est transformé en acide *o*-sulfobenzoïque, alors que la sulfonation directe de l'acide benzoïque donne surtout le dérivé méta[1].

Les composés de substitution mercuriques de l'anthraquinone étant cependant provisoirement hypothétiques, nous croyons ne pas devoir écarter une autre possibilité, où le mercure exercerait son action sans participer directement à la substitution.

Cette autre hypothèse est basée sur l'existence de valences résiduelles provenant des groupes cétoniques. Leur jeu a été mis en évidence à différentes occasions, p. ex. dans les combinaisons moléculaires des dérivés anthraquinoniques avec le $SnCl^4$[2] ou dans les éthers boriques des α-oxyanthraquinones[3], etc.

Ces valences résiduelles saturées par le catalyseur mercurique modifieraient la nature des radicaux cétoniques et par ce fait leur sens d'orientation. Le substituant n'est alors plus dirigé en β, mais en α. Les atomes d'H de cette position se remplaçant plus aisément que ceux en β, on les considère comme plus mobiles. La sulfonation en est évidemment facilitée[4].

V. — Réactivité des dérivés α-anthraquinoniques

La mobilité particulière des atomes d'H en α est corroborée par la labilité prononcée des substituants les plus divers dans cette position. Elle confère à certains dérivés α-anthraquinoniques une grande importance industrielle[1]. On se sert ainsi de l'α-sulfoanthraquinone pour la préparation des dérivés α-aminés, α-halogénés, α-hydroxylés, etc. Les procédés employés sont fort simples. Ce sont des réactions de substitution par dédoublement[2].

Seul, le remplacement, en retour, par H présentait jusqu'à présent des difficultés. L'action hydrolysante de l'acide sulfurique sur l'α-monosulfoanthraquinone est en effet très faible. Elle est presque nulle avec des acides de concentrations dépassant 96 % et atteint avec un acide à 80 % H^2SO^4, en chauffant 1 h. 1/2 à l'ébullition, seulement 7,5 % de l'α-sulfoanthraquinone mise en œuvre[3]. L'hydrolyse sulfurique peut, il est vrai, être catalysée par du mercure. Cet effet catalytique[4] s'effectue dans des conditions qui permettent de supposer, dans la sulfonation avec mercure, la création d'un état d'équilibre représenté par l'équation suivante et parfaitement compatible avec les deux hypothèses susmentionnées :

$$\alpha C^{14}H^7O^2.SO^3H + Hg + H^2SO^4 + H^2O \rightleftarrows C^{14}H^8O^2 + Hg + 2H^2SO^4.$$

On arrive à remplacer avec une facilité surprenante le groupe sulfonique en α par de l'H, même déjà à froid, en traitant la solution aqueuse de l'α-anthraquinonesulfonate de soude avec de l'amalgame de sodium. Cette solution, que l'on acidule préalablement avec quelques gouttes d'HCl, donne instantanément naissance à de l'anthraquinone insoluble qui s'amasse à la surface[5].

La β-sulfoanthraquinone, soumise au même traitement, se comporte différemment. Il se forme également un peu d'anthraquinone[6], mais la réduction mène surtout à l'acide β-sulfoanthracénique déjà observé par Liebermann et Bischoff[7].

1. Holdermann : *Berl. Ber.*, t. XXXIX, p. 1255, obtient en sulfonant l'α naphtol 57 % de dérivé sulfoné en ortho alors que sans la présence de Hg le dérivé para prédomine.
2. P. Pfeiffer : *Ann.*, t. CCCXCVIII, p. 137 (1913); Straus : *Ann.*, t. CCCXCIII, p. 240 (1912).
3. Dimroth et Faust : *Berl. Ber.*, t. LIV (1921), p. 3021.
4. Voir Martinet et Mlle Roux : *C. r.*, 1921, t. CLXXII, p. 385.

1. Rob. E. Schmidt : *Bull. de Mulh.*, 1914, p. 421.
2. La β-sulfoanthraquinone se prête aux mêmes réactions, mais avec beaucoup plus de lenteur.
3. Essais inédits (v. thèse de M. Brandt, Strasbourg, 1922).
4. Brev. alld (Bayer), 160.104; Dimroth : *Berl. Ber.*, t. XL, p. 2414.
5. Résultats inédits de Battegay et Brandt (v. thèse de Brandt). La solution reste tout d'abord légèrement colorée en jaune ; au bout d'un certain temps, après disparition de l'acidité de la solution, celle-ci passe au rouge. Il s'est formé sans aucun doute de la sulfoanthrahydroquinone, due à la présence d'hydrosulfite de soude et de l'alcali qui prennent naissance dans la réaction.
6. L'anthraquinone elle-même ne donne ni en solution acide, ni en milieu alcalin de coloration rouge avec l'amalgame de sodium. Celui-ci n'agit ainsi qu'en solution d'alcool concentré (v. Claus : *Berl. Ber.*, t. X, p. 927).
7. Liebermann et Bischoff : *Berl. Ber.*, t. XIII, p. 7.

VI. — Sulfonation de l'anthracène

La similitude de ces résultats et de ceux obtenus dans les mêmes conditions avec les acides sulfoniques du naphtalène[1] incite à supposer une attitude semblable des dérivés anthracéniques.

Cependant ni l'α- ni, à plus forte raison, le β-anthracènemonosulfonate de soude ne se désulfonent à froid dans les conditions indiquées. Si le manque de solubilité de ces sels est pour quelque chose dans ces résultats négatifs, d'autres essais confirment que la mobilité du groupe sulfonique dans l'anthracène n'est guère comparable à celle de ce groupe dans le naphtalène.

Ainsi la transposition typique du groupe α-sulfonique provoquée par la chaleur dans le naphtalène ne se produit pas dans le cas de l'α-sulfoanthracène. Cette constatation est rendue difficile par le fait qu'en dépassant une certaine température (100° environ), les agents sulfonants habituels bisulfonent l'anthracène. Nous avons tourné cette difficulté, tout d'abord en traitant l'α-monosulfoanthracène entre 160 et 180° avec de l'acide sulfurique concentré, qui ne mène qu'aux disulfo 1.5 et 1.8. Ce résultat permet de conclure qu'il n'y a pas eu de transposition en β.

Ensuite, suivant un ordre d'idée différent, nous avons trouvé dans l'anhydropyridiniumsulfate[2] un agent sulfonant permettant de monosulfoner l'anthracène à des températures allant de 125 à 175°. C'est le moyen qui nous a permis de sulfoner en milieu basique et neutre. La température, élevée jusqu'à 175°, n'a pas modifié l'orientation du groupe sulfo, qui est surtout dirigé en α.

Les sulfonations comparatives de l'anthracène avec les agents habituels, avec ou sans mercure, ne présentent pas de différences régulières et appréciables. Les deux isomères α et β se forment toujours en quantités à peu près équivalentes. Le rendement total en produit sulfoné est légèrement amélioré par la présence de sel de mercure.

VII. — Valeur chromogène de l'anthraquinone

1. *Puissance et stabilité.* — Si l'on essaie d'établir un rapport dans les composés organiques entre la constitution et la couleur, il faut bien attribuer, chez l'anthraquinone, son pouvoir d'absorption sur la lumière à sa structure quinonique.

Cela appert avec précision de la comparaison des courbes (fig. 2, 3 et 4, p. 505) qui représentent graphiquement l'absorption ultraviolette des trois quinones : anthra, α-naphto et benzoquinone. Ces courbes sont pour ainsi dire identiques entre elles et absolument différentes de la courbe du dicétohexaméthylène (fig. 1) qui représente l'effet de deux groupes cétoniques normaux.

L'anthraquinone partage donc avec toutes les quinones la propriété d'être un « *chromogène* » très *puissant* précisément en vertu de la structure quinonique; celle-ci possède, par conséquent, le caractère d'une structure « chromophore ».

L'anthraquinone et ses dérivés sont à ce point de vue particulièrement remarquables parce qu'ils offrent sur les autres quinones et composés quinoniques l'avantage d'une stabilité extraordinaire. Cette stabilité joue, sans aucun doute, un rôle important dans la solidité très appréciée des colorants industriels qui dérivent de l'anthraquinone.

2. *Chromogène-type.* — Dans aucun autre « chromogène »[1] l'influence des substituants les plus divers sur la coloration ne se manifeste pour l'œil nu avec plus de netteté. Cette influence dépend tout d'abord de la nature chimique du radical substituant. Elle est ensuite fonction du nombre de ces radicaux et de leur emplacement dans la molécule. La visibilité nette de cette influence provient de ce que l'anthraquinone n'est jaune soufre que sous forme de cristaux et qu'elle apparaît parfaitement *blanche* quand elle est à l'état de division très fine, obtenu p. ex. en ajoutant de l'eau à sa dissolution dans l'acide sulfurique concentré.

N'absorbant ainsi évidemment sélectivement que des radiations invisibles, et celles-ci étant en outre, en partie du moins, localisées dans la partie du spectre qui est au voisinage direct des premières radiations visibles (fig. 4), l'anthraquinone apparaît non seulement comme chromogène puissant et stable, mais aussi comme *chromogène-type* où tout substituant doué de la moindre propriété auxochromique déclanche une coloration nettement visible.

Cette opinion, corroborée par de nombreux exemples que nous verrons en partie plus bas, paraît parfaitement plausible en tenant compte des considérations suivantes.

Un radical substituant est auxochromique[2] dans le sens le plus large du mot, soit quand il donne de la couleur au chromogène incolore, soit quand il modifie d'une manière spécifique la coloration déjà existante. Cette modification est

1. Friedlaender et Lucht : *Berl. Ber.*, t. XXVI, p. 3032.
2. Résultats inédits de Battegay et Brandt (voir thèse de doct. de M. Brandt).

1. O. N. Witt : *Berl. Ber.*, t. IX, p. 522; 1876. *Journ. Chem. Soc. Abstr.*, t CLXXIX, p. 356.
2 Otto N. Witt : *loc. cit.*

caractérisée par un « approfondissement » de la couleur qui la fait virer du jaune vers le vert, en passant par l'orangé, le rouge, le violet et le bleu.

Tout chromogène est déterminé par un pouvoir d'absorption sélective qu'il doit à un groupe chromophore [1] :

L'introduction d'un groupe doué du pouvoir auxochromique *ne* provoque *qu'*une modification spécifique de *cette* absorption.

Cette modification cause la suppression de nouvelles radiations lumineuses qui ont une longueur d'onde (λ) plus grande que celle des radiations déjà absorbées par le chromogène original.

Un chromogène incolore devient coloré, si l'auxochrome est à même de déplacer les limites de l'absorption et d'étendre la région des radiations supprimées au delà de la partie ultraviolette et invisible dans le domaine visible.

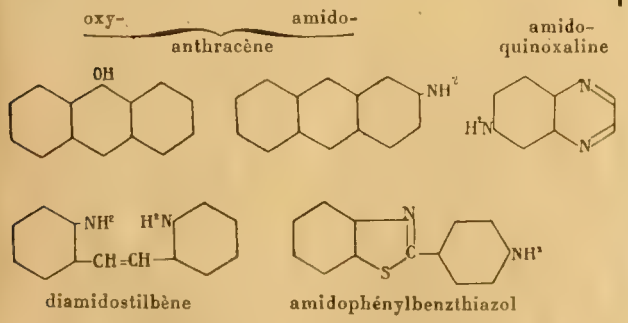
La coloration originale d'un chromogène est approfondie par le même phénomène quand le substituant déplace les limites de l'absorption, dans le sens indiqué, au sein de la partie visible du spectre.

A côté de ce déplacement des limites de l'absorption, il peut y avoir simultanément des changements dans l'absorption préexistante.

Les chromogènes déjà colorés qui prennent une coloration approfondie par l'introduction de substituants auxochromes sont fréquents. Nous mentionnerons, comme exemple typique, le nitrobenzène jaune clair, et les trois nitranilines qui varient du jaune intense à l'orangé rouge.

Les chromogènes incolores, par contre, qui acquièrent une coloration par la même substitution sont plus rares.

Nous avons l'anthracène, la quinoxaline, le stilbène, le phénylbenzthiazol, les quatre incolores, dont, par exemple, les dérivés suivants sont colorés en jaune [1].



L'anthraquinone en est un autre exemple particulièrement intéressant. Elle constitue un chromogène dont l'absorption sélective très prononcée est illustrée par la courbe mentionnée plus haut.

Nous y constatons la suppression de deux bandes de radiations ultraviolettes, dont une a la particularité de se trouver dans la région ($\lambda = 3.550$ Å) qui s'étend jusqu'à la limite des premières radiations violettes visibles.

On conçoit facilement que, dans ces conditions, la plus petite influence auxochromique doit se manifester nettement. En provoquant le moindre déplacement des limites de l'absorption, les premières radiations affectées font déjà partie du spectre violet visible ($\lambda =$ env. 3.900 Å.). Celles-ci, supprimées, donnent naissance à la couleur complémentaire qui est jaune.

L'anthraquinone, étant blanche, permet, par conséquent, de reconnaître tout substituant auxochromique à l'œil nu et constitue à ce point de vue un chromogène type.

3. *Influence auxochromique d'un seul substituant en α et en β.* — L'examen des exemples suivants permet de constater que l'influence des substituants sur la coloration de l'anthraquinone est particulièrement sensible dans la position α. Ainsi il existe des dérivés monosubstitués en β qui sont encore complètement blancs comme les méthyl-, chloro-, bromo- et certaines acidylamino-anthraquinones, pour ne nommer que ces exemples, alors que leurs isomères α sont nettement *jaunes*. Le contraste n'est pas moins important quand les dérivés β sont colorés. Ceux-ci le sont alors toujours bien moins [1] que les dérivés α. La β-aminoanthraquinone jaune et l'α rouge brique, la β-hydrazinoanthraquinone orangé et l'α rouge, la β-oxyanthraquinone jaune et l'α orangé en sont des exemples frappants.

La différence de l'influence des substituants en positions α et β se manifeste également dans le cas des deux monosulfoanthraquinones, dont le dérivé β est blanc et l'α faiblement, mais incontestablement jaune [2]. Le groupe sulfonique, cependant, donne lieu à des considérations spéciales sur lesquelles nous aurons à revenir.

L'action auxochromique des substituants méthyl, chlore, brome, acidylamino en position α, est à considérer comme nettement établie par la coloration des dérivés correspondants, coloration qui est présentée par des produits précipités dans les mêmes conditions que l'anthraquinone blanche.

Cette action auxochromique explique les modifications pratiquement fort intéressantes que peuvent provoquer au point de vue de la

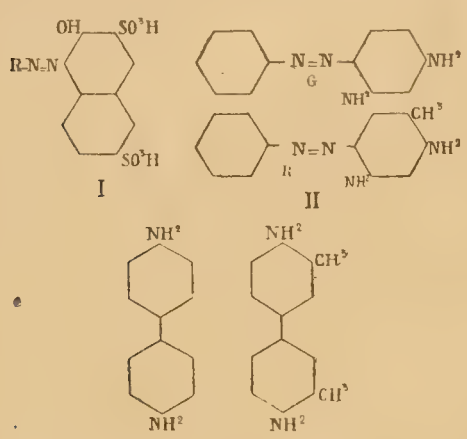
1. H. Ley : Farbe-und Konstitution. Ed. S. Hirzel, 1911, p. 43.

1. V. gradation de l'intensité de la couleur, p. 506.
2. Rob. E. Schmidt : *Berl. Ber.*, t. XXXVII, p. 67.

coloration les radicaux CH^3, Cl, Br introduits dans la molécule de certaines matières colorantes. Ces modifications peuvent s'étendre avantageusement sur l'éclat et la solidité de leurs teintures.

L'action auxochromique de certains groupes acidylamino—NH.CO.C^6H^5,—NH.CO.NH—, etc., est tellement prononcée qu'elle joue un rôle essentiel dans une famille des colorants anthraquinoniques à cuve que nous examinerons tout à l'heure.

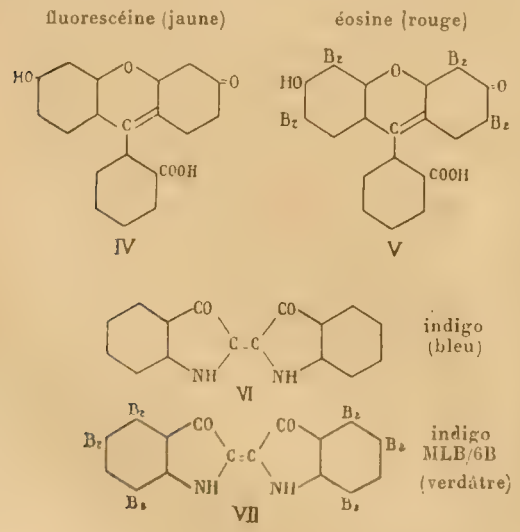
Pour illustrer l'influence du groupe CH^3 dans des exemples industriels, il suffit de mettre en parallèle des colorants azoïques homologues comme les ponceaux de l'aniline, de la xylidine et de la cumidine (I) :



ou les chrysoïdines G et R (II) ou enfin les dérivés azoïques de la benzidine et de la tolidine (III).

Les différentes fuchsines homologues C_{19}, C_{20}, C_{21}, C_{22} sont d'autres exemples à l'appui. Elles deviennent de plus en plus bleues.

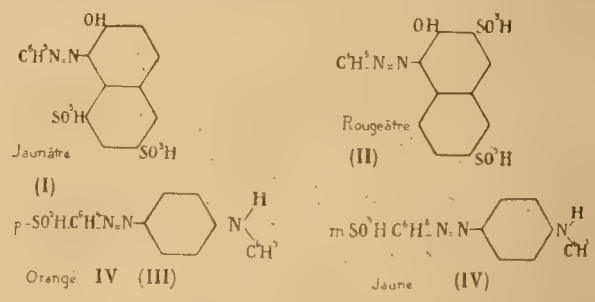
La puissance d'action des halogènes apparaît, entre autres, dans les éosines (IV et V), les indigos verdâtres (VI et VII), les indanthrènes dibromé GC et dichloré GCD.



Pour le groupe sulfonique, qui se trouve dans d'innombrables colorants et qui leur donne avant tout la solubilité et des propriétés tinctoriales, une appréciation précise de son influence auxochromique présenterait un intérêt scientifique tout particulier. Elle a déjà fait l'objet de différentes études [1], sans avoir abouti à des résultats définitifs.

Le fait que l'α-sulfoanthraquinone est jaune et la β blanche, ne suffit pas non plus pour en déduire définitivement une action auxochromique analogue à celle des substituants CH^3, Cl, Br. Il faudrait déjà que nous puissions comparer l'α-anthraquinone-sulfonate de K ou l'acide dans un état de division semblable à celui de l'anthraquinone blanche. Cela ne nous a pas été possible jusqu'à présent.

L'influence du groupe sulfonique sur la coloration ne peut cependant être mise en doute. Nous en avons de nombreux exemples, pour ne citer que la différence de l'orangé G(I) et du ponceau 2 G(II), de l'orangé IV(III) et du jaune méta-



nil(IV), ou bien le vert malachite [2] (5) et ses dérivés sulfonés en para (6) (= ou vert Helvetia), en ortho (7) et en méta (8). Le premier (*p*) est plus jaune, le second (*o*) est plus bleu et le troisième (*m*) est très semblable au colorant non substitué.

La discussion plus détaillée de ces différences nous mènerait trop loin ; nous devons nous borner à remarquer que le groupe sulfonique peut provoquer, suivant la position qu'il occupe dans la molécule chromogène, des effets auxochromiques et des effets tout à fait opposés.

4. *Influence auxochromique de deux substituants.* — Dans les dérivés disubstitués de l'anthraquinone, l'influence des substituants est également fort prononcée. Elle donne évidemment naissance à des phénomènes plus variés. Outre la position individuelle de chaque substituant, leur position relative [3] est très importante.

1. Georgievicz : *Monatshefte f. Chemie*, 1900, p. 831. Die Beziehungen zwischen Farbe und Konstitution bei Farbstoffen (Ed. Schulthess, Zurich), p. 44.

2. Noelting et Gerlinger : *Berl. Ber.*, t. XXXIX, p. 2041 (1906).

3. Conférence de M. R. E. Schmidt : *loc. cit.*

L'étude sur les dix dibromoanthraquinones[1], ainsi que celle sur les dix dibenzoyldiaminoanthraquinones[2], nous a donné l'occasion de vérifier ce fait.

La comparaison de ces deux séries d'anthraquinones disubstituées, en jugeant de leur coloration sur les produits précipités par l'eau de leur dissolution dans l'acide sulfurique, présente les différences marquées suivantes :

Les dibromoanthraquinones 2.6, 2.7 et 2.8 sont blanches, l'isomère 1.2 est jaune clair, les dérivés 1.3, 1.5, 1.6 et 1.7 sont jaunes, et la substitution en 1.8 et 1.4 donne du jaune orangé.

Dans les dibenzoyldiaminoanthraquinones, les dérivés 2.6 et 2.7 sont pour ainsi dire blancs, les dérivés 1.3 et 2.3 jaune clair, les 1.2, 1.6 et 1.7 jaune moyen, le 1.5 jaune franc foncé, le 1.8 jaune orangé et le 1.4 rouge jaunâtre.

En résumé, le maximum de coloration est donné par les substituants dans les positions α, surtout quand elles font partie du même noyau benzénique et qu'elles sont par conséquent en para[3].

L'action auxochromique des substituants CH^3, Cl, Br, NH-acidyl ne peut cependant être comparée avec celle des radicaux OH, NH^2, NHR, NRR' (où R et R' sont des groupes alcoyl ou aryl).

C'est en se basant sur l'influence de ces substituants qui constituent les groupes auxochromes typiques, que Witt[4] développa sa conception théorique sur la coloration des composés organiques. Ces substituants, auxquels M. Noelting joignit les radicaux $NH.NH^2$ et NHOH, manifestent déjà puissamment leur action sur la coloration du chromogène anthraquinonique dans les dérivés monosubstitués en β.

Leur double introduction provoque des exaltations de couleur particulièrement considérables. Le maximum est encore acquis par la substitution des deux positions α dans le même noyau benzénique[5].

VII. — Colorants anthraquinoniques

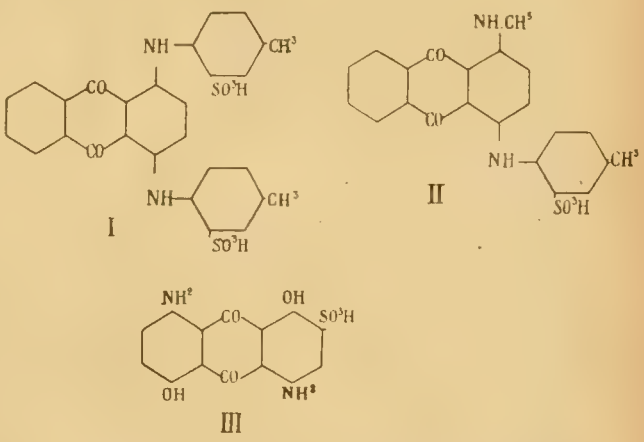
L'anthraquinone substituée par ces groupes auxochromes typiques devient en outre salifiable et par ce fait « solubilisable » dans l'eau.

1. *Colorants à mordants.* — La solubilité de nombreux dérivés hydroxylés tels quels, quoique très faible, nous explique leur application possible en teinture, où ils comptent parmi les colorants à mordants les plus remarquables. L'alizarine en est un exemple. Cette 1.2-dioxyanthraquinone, qui a une couleur jaune, forme avec divers oxydes métalliques des laques puissamment colorées : avec l'oxyde d'alumine elle est rouge, avec l'oxyde de fer violette, etc.

2. *Colorants acides.* — Les dérivés aminés de l'anthraquinone sont cependant trop peu basiques et trop peu solubles dans l'eau pour servir eux-mêmes comme colorants industriels. En les transformant en colorants franchement acides, soit par sulfonation dans le noyau anthraquinonique, soit mieux encore par sulfonation dans le groupe arylamidé, ils deviennent des colorants pour laine très appréciés[1].

Le *vert d'alizarine-cyanine* (I) et l'*alizarine-astrol* (II) en sont des représentants.

La combinaison des auxochromes NH^2 et OH donne naissance à des colorants sulfonés très réputés par leur nuance pure et par leur solidité, entre autre l'*alizarinesaphirol* (III).



3. *Colorants à cuve.* — Toutefois des composés insolubles de l'anthraquinone sont aussi applicables en teinture. On les emploie alors comme colorants à cuve. Leur application est basée sur la possibilité de les rendre temporairement solubles en les transformant par réduction en dérivés à fonction acide dont les sels alcalins ou alcalinoterreux se dissolvent dans l'eau.

Ces produits de réduction, obtenus généralement au moyen d'hydrosulfite de soude, forment en dissolution alcaline le bain de teinture appelée couramment *cuve*; la fibre textile immergée les en retire et les fixe. En se réoxydant à l'air, ils reforment le colorant anthraquinonique initial. Grâce à son insolubilité, il est définitivement inséré dans la fibre.

Si la plupart des composés anthraquinoniques peuvent être facilement réduits, en vertu de leur nature quinonique, en dérivés solubles dans les

1. Battegay et Claudin : *Bull. Soc. chim.*, 1921, p. 1017.
2. Id. : *Bull. Soc. chim.*, 1921, p. 1027.
3. Kaufmann : *Berl. Ber.*, t. XXXIX, p. 2722.
4. O. N. Witt : *loc. cit.*
5. E. Noelting : *Chem. Ztg.*, 1910, p. 1016.

1. Rob. E. Schmidt : *loc. cit.*

alcalis, cela ne signifie pas que tous ces produits de réduction ont de l'affinité pour la fibre textile [1].

De nombreux dérivés [2] insolubles de l'anthraquinone, tout en donnant une cuve, ne possèdent pas de propriétés tinctoriales.

Les Etablissements Fried. Bayer et Cie à Leverkusen firent, quelques années avant la guerre, l'observation fort intéressante et importante que de nombreuses aminoanthraquinones acylées, notamment benzoylées, et par conséquent complètement insolubles dans l'eau, donnent d'excellents colorants à cuve pour coton. Ces produits industriels forment en partie la famille des colorants « Algol » [3] et permettent d'illustrer aisément au point de vue pratique la valeur chromogène de l'anthraquinone.

La plupart des colorants de cette famille sont, comme dit, des benzoylidiaminoanthraquinones et possèdent comme unique groupe auxochromique, dans certains exemples du moins, le substituant « benzoylamino » $NH.CO.C^6H^5$. Celui-ci n'exerce dans le dérivé monosubstitué son influence sur la coloration qu'en position α. Nous obtenons ainsi le *Jaune Algol G* ou *Jaune Leucol WG*. Nous avons vu plus haut que la double introduction du radical benzoylamino n'agit favorablement sur la couleur que dans les positions 1.4, 1.5 et 1.8. La fabrication industrielle en tient évidemment compte, puisque le *Jaune Algol R* est le dérivé 1.5 et le *Rouge Algol 5 G* le dérivé 1.4.

Il est intéressant de rappeler en passant que l'influence du substituant sur la coloration ne s'identifie nullement avec l'influence sur l'affinité tinctoriale de ces colorants pour le coton.

Cela appert déjà du fait que le substituant $NH.CO.C^6H^5$, qui confère, en général, sans aucun doute, aux produits de réduction de l'anthraquinone de l'affinité pour le coton, est nettement différent d'autres substituants « acylamino » également auxochromiques, mais dépourvus de cette propriété; exemples $NH.CHO$, $NH.COCH^3$ [4].

Le groupe $NH.CO.C^6H^5$, tout en communiquant des propriétés tinctoriales au composé anthraquinonique, les lui confère indépendamment de la position qu'il occupe dans la molécule. En d'autres termes, l'affinité tinctoriale des benzoylaminoanthraquinones pour le coton est indépendante de la coloration [1].

Partant des benzoylaminoanthraquinones que nous venons d'énumérer, l'introduction d'autres groupes auxochromes produit des effets remarquables sur la couleur [2].

Ainsi un groupe *OH* en position para par rapport au groupe — $NH.CO.C^6H^5$ dans le Jaune Algol G, le fait virer au rose foncé et donne le *Rose Algol R*. Le substituant OCH^3 dans la même position rend la nuance plus saumon et fournit l'*Ecarlate Algol G*. Un groupe NH^2 donne dans les mêmes conditions un colorant violet qui n'est pas commercial.

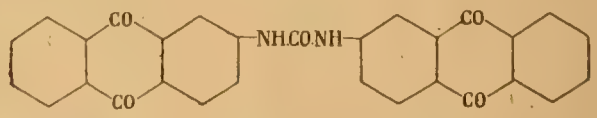
Dans la molécule du Jaune Algol R, l'entrée d'un groupe OH dans l'une des deux positions parasubstituables produit une nuance rouge violacé et le produit commercial s'appelle *Rouge brillant Algol 2 R*. L'introduction de deux hydroxyles en α, c'est-à-dire en 4 et 8, fournit la dibenzoyldiaminoanthrarufine qui est bleue, le *Bleu Algol 3 R*.

Les colorants à cuve industriels de la famille des acidyl-amino-anthraquinones ne renferment, en fait de radical acide, outre le groupe benzoyl COC^6H^5, que les groupements succinyl $-CO-CH^2-CH^2-CO-$ et carbonyl $-CO-$, ce dernier sous forme d'urée. Ainsi la succinyl-dis-α-aminoanthraquinone est le *Jaune Algol 3 G* [2,3]; il est réputé pour sa solidité et pour sa pureté de nuance. Le dérivé succinylé de la diaminoanthrarufine est le *Violet brillant Algol R*[2].

4. *Colorants « Hélindon »*. — Dans la famille des urées des anthraquinones, les représentants industriels sont très peu nombreux.

Le radical acide -CO- y relie deux molécules d'aminoanthraquinone, comme le fait du reste aussi le radical succinyl dans le Jaune Algol 3 G.

Le représentant industriel typique de la famille des urées est la $\beta\beta'$-dianthraquinonylurée ou *Jaune Hélindon 3 GN* [4].



Il dérive de la β-aminoanthraquinone et non pas, comme tous les autres colorants Algol que nous venons de voir, de l'α-amino-anthraquinone.

Cet exemple constitue, par conséquent, à ce

1. Grandmougin : *Berl. Ber.*, t. XXXIX, p. 3563 ; Grandmougin et Georgievics, 4e éd., p. 435.
2. Seer et Weitzenboeck ; *Monatsh. f. Chem.*, 1910, t. XXXI, p. 371-379.
Grandmougin, Sura et Schiaparelli voir thèse Schiaparelli, 1913, Toulouse).
Ullmann et Fodor : *Berl. Ber.*, t. XLIII, p. 536.
Pummerer et Brass : *Berl. Ber.*, t. XLIV, p. 1651.
3. Brevets allemands 225.232, 212.436, 210.019, 238.488, 213.500. Friedl., t. IX, p. 1197, 751, 750, 747.
4. Brevet allemand 226. 940 : Friedl., t. X, p. 649 ; Grandmougin et Sura : *loc. cit.*

1. Battegay et Claudin : *loc. cit.*
2. Brevets allemands : *loc. cit.*
3. Gebhard : *Journ. f. prakt. Chem.*, t. LXXXIV, p. 633.
4. Brev. alld 232.739 ; Friedl., t. X, p. 659.

point de vue une anomalie. Elle n'est cependant qu'apparente. Dans une étude systématique sur les différentes urées symétriques [1] et asymétriques (ou mixtes), nous avons pu constater que l'urée simple de l'α-aminoanthraquinone est plus fortement colorée que son isomère β. Cette dernière est jaune intense alors que l'α est orangée. Il en résulte que le substituant -NH-CO-NH-, en reliant deux noyaux anthraquinoniques, exerce déjà en β une puissante action auxochromique. La synthèse des uréthanes et des carbamates correspondants démontre que les radicaux -NH-$COOC^2H^5$ et -NH-COOMe agissent de la même manière. Et si l'industrie écarte, dans ce cas spécial des urées, l'isomère substitué en α quoiqu'il soit plus puissamment coloré que le dérivé β, cela tient au fait que l'αα'-anthraquinonylurée ne supporte pas la réduction alcaline telle qu'on l'emploie habituellement dans la teinture sur cuve. Cette urée est hydrolysée dans ces conditions.

Fait remarquable, l'urée mixte obtenue par la condensation du chlorure de l'urée de la β-amino-anthraquinone avec l'α-amino-anthraquinone est parfaitement stable et employable en teinture. Sa coloration ne diffère que très peu du Jaune Hélindon 3 G N.

5. *Acidylhydrazinoanthraquinones.* — Pour terminer, nous signalerons encore les acidylhydrazinoanthraquinones [1]. Il nous a paru intéressant d'examiner le substituant benzoylhydrazino, tant au point de vue de sa valeur auxochromique qu'au point de vue de son influence sur l'affinité tinctoriale.

L'α-monobenzoylhydrazinoanthraquinone et son isomère β sont fortement colorées, l'α est orangée, la β jaune.

Elles n'ont qu'une très faible affinité, comme colorant à cuve, pour le coton; elles teignent par contre puissamment la laine.

M. Battegay,
Professeur à l'Ecole supérieure
de Chimie de Mulhouse.

1. Battegay et Bernhardt : Thèse de doctorat de M. Bernhardt, Strasbourg, 1922.

1. Battegay et Amuat : résultats inédits.

POUR SERVIR A L'HISTOIRE DE LA NOMOGRAPHIE

Le numéro du 30 avril de cette *Revue* a publié un article où M. d'Ocagne s'ingénie à diminuer le rôle de Ch. Lallemand dans la représentation des équations par des abaques, et formule à mon endroit diverses critiques parvenues depuis à ma connaissance.

Nous pouvons, M. Lallemand et moi, juger ces critiques avec sérénité : en effet, n'ayant pas consacré notre existence à la Science des abaques, nous ne lui avons rien demandé d'autre que le plaisir d'y apporter notre contribution, et nous n'éprouvons nullement le besoin de défendre nos découvertes avec âpreté.

Toutefois, les lecteurs de l'article en cause ont droit à une réponse qui leur permette de se faire un jugement exact. Elle leur est d'autant plus nécessaire que l'auteur a obscurci un sujet assez simple par des considérations compliquées et des locutions inutiles, telles que « systèmes simplement infinis ∞^1; systèmes $[\infty^1]_4$ simplement infinis, mais correspondant à une infinité quadruple de valeurs de 4 variables », etc., etc.

Je remercie la *Revue* d'accueillir ma réponse, et de faire ainsi honneur au vieux précepte : *Amicus Plato, sed magis amica veritas.*

***

En 1885, il n'existait que des abaques à 3 variables, sauf deux ou trois diagrammes qui en avaient 4. C'est alors que Ch. Lallemand publia le *premier corps de doctrine* ayant réalisé la représentation plane de relations à un nombre quelconque de variables. Sa méthode des abaques hexagonaux s'applique, en effet, à toute équation entrant dans la forme

$$(a) \qquad \Sigma f_{12}\, g_{34}\, h_{56} \ldots\ldots = 0,$$

c'est-à-dire aux très nombreuses formules techniques dont les différents termes sont des produits de fonctions d'une ou de deux variables. Pour en apprécier l'étendue et l'élégance, considérez, entre autres exemples, la formule très complexe de la déviation du compas et le bel abaque qu'en a donné M. Lallemand [1] : la méthode des points alignés ne saurait faire mieux, ni même aussi bien, car *elle devrait emprunter les mêmes échelles ternaires*, puis additionner les termes ainsi figurés : or son procédé d'addition graphique n'aurait alors *ni la simplicité, ni la précision* de celui des abaques hexagonaux.

L'illustre mathématicien Joseph Bertrand était donc fondé à écrire, bien après les premières publications de M. d'Ocagne sur les points alignés : « La méthode de M. Lallemand a été l'*origine* des généralisations et des développements de toutes sortes donnés depuis au problème de la représentation graphique des relations à plusieurs variables [1]. » Au surplus, M. d'Ocagne lui-même n'avait-il pas reconnu ces mérites dans un éloge alors sans mélange? « Le calcul graphique, écrivait-il, ou, plus exactement, le calcul par abaques, qui doit son essor aux classiques travaux de M. l'Inspecteur général des Ponts et Chaussées Lalanne, a pris en ces derniers temps une *extension considérable*, grâce aux *remarquables méthodes* imaginées par M. l'Ingénieur des Mines Lallemand. Il n'est pas aventuré de prédire que, dans un avenir prochain, *à l'exemple de ce que M. Lallemand a institué* au Service du Nivellement général de la France, tous les calculs usuels s'effectueront par abaques. Qu'il nous soit permis à cette occasion d'émettre le vœu que le savant ingénieur, dont les idées n'ont été publiées jusqu'ici qu'assez succinctement et d'une manière éparse, consacre un ouvrage magistral à ses beaux travaux sur la matière [2]. »

Aujourd'hui M. d'Ocagne — *quantum mutatus ab illo !* — ne se contente pas de revendiquer pour la méthode des points alignés un caractère de généralité bien supérieur à celui que donnent les règles combinées d'addition et de multiplication graphiques imaginées par Lallemand, — ce dont il ne s'était pas encore avisé lorsqu'il écrivait le panégyrique ci-dessus, pourtant postérieur de six ans à son Mémoire exposant le principe des points alignés : il prétend en outre, et il y insiste, « que c'est ce principe qui, pour la première fois, a permis de réduire effectivement à une représentation plane *un nombre de dimensions supérieur à* 3 » (*sic*). Que signifie cette terminologie et quelle est cette équivoque ? A quoi tendent les restrictions apportées au sens de cette expression très

1. Cet abaque a été souvent reproduit. On le trouvera, notamment, dans les *Comptes rendus* du 30 janvier 1922, dans le *Traité* de M. d'Ocagne et dans le mien.

Même remarque pour l'abaque de l'erreur de réfraction, cité plus loin.

1. *Journal des Savants*, avril 1895.

L'opinion de J. Bertrand se trouve vérifiée encore aujourd'hui. C'est ainsi que les plus récents abaques imaginés pour traduire des équations à grand nombre de variables sont ceux à *transparent orienté* de M. W. Margoulis; or cet ingénieur les présente comme une généralisation des abaques hexagonaux de Ch. Lallemand (*Comptes rendus*, 26 juin 1922).

2. *Génie civil*, 27 septembre 1890.

claire : représentation plane? L'objet poursuivi en Nomographie, c'est de figurer une relation à l'aide d'éléments plans cotés, figuration dont l'intérêt croît avec la complexité de la relation et le nombre de ses variables. La première méthode générale instituée à cet effet est, je le répète, celle des abaques hexagonaux à échelles binaires, ternaires, etc... Qu'il comportent ou non des systèmes auxiliaires et des systèmes surabondants, on ne saurait, sans détourner les mots de leur sens, refuser à ces abaques de constituer des représentations planes de relations parfois très compliquées : tels sont l'abaque de la déviation du compas et celui de l'erreur de réfraction dans les nivellements de haute précision ; le premier a 4 variables, dont 3 comportent chacune deux systèmes figuratifs ; le second a 7 variables figurées chacune par un seul système. Voilà des faits positifs, lumineux, devant lesquels il n'y a pas à épiloguer.

Puisque j'en suis au chapitre des équivoques, je me félicite d'avoir fourni à M. d'Ocagne l'occasion d'en dissiper une autre. Cet auteur ayant écrit qu'il avait donné à la théorie des abaques « une forme définitive », et que cette théorie « avait reçu son complet développement dans son grand *Traité* » de 1899, je ne pus m'empêcher de remarquer « que la théorie et la technique des abaques étaient loin d'avoir reçu leur complet développement dans ce Traité, et que, parmi les publications qui l'ont suivi, il en est qui ne sont pas de simples compléments à cet Ouvrage : plusieurs abordent des problèmes nouveaux ou résolvent des questions essentielles[1] ». Depuis, M. d'Ocagne a précisé qu'il avait eu en vue le développement « sous le rapport morphologique », ce qui atténue singulièrement la portée qui semblait résulter de sa rédaction primitive.

***

D'autres critiques de M. d'Ocagne concernent les avantages comparés des abaques hexagonaux et des abaques à points alignés, en réponse aux Notes de M. Lallemand insérées dans les *Comptes rendus* des 9 et 30 janvier 1922.

Si le lecteur veut bien se reporter à ces Notes, il verra avec quelle modération et quel souci d'équité M. Lallemand a fait cette comparaison ; il constatera, notamment, que ce savant reconnaît expressément la supériorité des points alignés pour les équations à 4 variables du type :

$$(b) \qquad f_1 g_{34} + f_2 h_{34} + f_{34} = 0 ;$$

1. Préface de mon *Traité des Abaques*.

cela étant, il ne manquera pas d'éprouver quelque surprise de ce que M. d'Ocagne s'évertue à vouloir prouver la supériorité générale de cette méthode en choisissant précisément ses exemples dans ce type particulier, qui donne lieu à un abaque à deux échelles rectilignes $[z_1]$, $[z_2]$; et à un réseau de courbes (z_3), (z_4). Il est digne de remarque que le premier abaque de ce genre ait été construit dès 1869 par Ganguillet et Kutter, qui réalisèrent de la sorte non seulement un abaque à points alignés, — ce qui avait déjà été fait par Möbius en 1841, — mais aussi le premier abaque avec point à 2 cotes[1].

Tout le monde se plaît à reconnaître la supériorité de la méthode des points alignés lorsqu'elle permet, comme c'est le cas pour la norme (b), de réduire le nombre des systèmes figuratifs d'une même variable, encore que la pluralité de ces systèmes ne soit nullement « rédhibitoire » quand la variable frappée de cette sujétion devient l'inconnue. Sur ce point, M. d'Ocagne a écrit des choses contestables : alors même qu'une variable ne donne lieu qu'à deux systèmes figuratifs, il n'est pas exact qu'on soit conduit à des tâtonnements qui excluent « toute possibilité d'emploi pratique du nomogramme pour la détermination de cette variable, et qu'on puisse dire qu'au regard de celle-ci cet emploi devienne purement illusoire ». Pareille assertion limite sans raison le champ de la méthode graphique, précisément lorsqu'il y a le plus d'intérêt à y recourir ; elle va à l'encontre du but général de la Nomographie, et il importe de la réfuter.

Considérons une équation où l'inconnue entre dans plusieurs termes, sous une forme complexe *ne permettant pas* de la représenter par un abaque qui ait moins de p systèmes figuratifs pour la dite inconnue. La résolution algébrique d'une telle équation ne pourra généralement se faire que par des tâtonnements longs et fastidieux ; mais de même qu'on n'y renonçait pas autrefois sous prétexte qu'il n'existait pas de méthode directe de résolution, de même il n'y a aucune raison de renoncer à l'abaque sous prétexte que son emploi exige lui aussi des tâtonnements. Tout au contraire, il présente un intérêt de tout premier

1. Je ne discuterai pas ici la valeur scientifique de cette antériorité de fait, et je constate volontiers, avec M. d'Ocagne, que Ganguillet et Kutter ont construit leur abaque à l'aide de considérations particulières, et non grâce à des principes généraux. Mais il en a été ainsi d'inventions notoires, par exemple de la machine Gramme et de l'injecteur Giffard, dont la théorie a été imaginée bien après leur construction ; cette circonstance, loin de nuire aux mérites de ces deux inventions, les a fait qualifier de géniales.

Quoi qu'il en soit, à voir combien M. d'Ocagne se montre ombrageux en matière d'antériorité, qu'eût-il dit s'il se fût trouvé dans le cas des deux ingénieurs autrichiens !

ordre pour des applications de ce genre, parce que l'économie de temps se multiplie avec le nombre des essais nécessaires, et aussi parce que la figuration graphique est un guide excellent pour les rendre systématiques. Que p soit égal ou supérieur à 2, la méthode que je préconise est la même : on essaie une valeur z' de l'inconnue z, en adoptant cette valeur pour $p-1$ des systèmes figuratifs de z; le $p^{\text{ième}}$ donne $z=z''$, d'où un écart $z'-z''$; on porte en abscisses les valeurs z' essayées, et en ordonnées les écarts correspondant $z'-z''$; il suffit en général de 3 ou 4 essais pour obtenir un changement de signe de l'écart, et voir quelle est l'abscisse z qui l'annule : c'est la solution cherchée.

Il arrivera même que la résolution algébrique par tâtonnements soit irréalisable, alors que la solution graphique par le procédé ci-dessus est possible. Ainsi, l'abaque de la déviation du compas traduit, pour un navire donné, la relation entre cette déviation, le cap, la longitude et la latitude. La déviation est la seule variable n'ayant qu'un système figuratif; chacune des autres en exige deux. Cela n'importe pas en l'espèce, la déviation étant toujours l'inconnue, de par la nature du problème. Mais si, par impossible, l'inconnue devenait la latitude, le procédé préconisé permettrait de la déterminer rapidement, alors que toute méthode de calcul serait inextricable.

***

Pour en terminer avec la comparaison entre la méthode des abaques hexagonaux et celle des points alignés, je désire exprimer mon opinion sur un argument présenté par M. d'Ocagne, et qui consiste à constater que la seconde méthode a donné lieu à une grande quantité d'applications, alors que, pour la première, « les seuls exemples que l'on en puisse citer sont ceux qui ont été publiés par l'auteur même de la méthode ». A première vue, l'argument impressionne ; je vais montrer qu'il est médiocre.

Estimer l'intérêt d'un type d'abaques d'après le nombre d'applications qu'il a fournies est un truchement superficiel et incomplet, même si l'on n'envisage que le point de vue pratique. On doit aussi tenir compte du degré d'utilité de l'abaque ; or, en général, ces deux qualités varient en sens inverse. Il suffit, en effet, de parcourir les divers traités de Nomographie pour constater que plus des neuf dixièmes des abaques à point alignés existants traduisent des relations assez simples, qu'on résoudrait rapidement par les méthodes de calcul ordinaires. Ces abaques n'ont vraiment d'utilité que si l'on doit en faire un très fréquent usage.

Dès que la forme de l'équation se complique, les exemples techniques se raréfient beaucoup. Mais, pour rares qu'ils soient, ils n'en fournissent pas moins des types d'abaques d'une valeur intrinsèque très supérieure à celle des types usuels, par exemple des nombreux abaques à points alignés qui traduisent des relations de la forme si fréquente $z_1 = z_2^a\, z_3^b\, z_4^c \ldots$, que la règle à calcul suffit à résoudre avec une rapidité très acceptable. Et cette valeur intrinsèque n'a plus de prix lorsqu'il s'agit d'un abaque qui permet de résoudre une relation rebelle à toute autre méthode, cette résolution dût-elle coûter quelques tâtonnements. Ce qu'on perd alors en étendue, c'est-à-dire en nombre d'applications pratiques, on le gagne avec usure en profondeur, c'est-à-dire en degré d'utilité.

Au surplus, ce n'est pas aux abaques à points alignés que le truchement de M. d'Ocagne donnerait la palme, mais aux bons vieux abaques à entre-croisement, très nombreux dans la pratique parce qu'ils s'appliquent à toute équation à 3 variables, ainsi qu'à toute équation à 4 variables de la forme $f_{12} = g_{34}$. Si les abaques à points alignés figurent en plus grand nombre dans les Traités, c'est simplement parce qu'ils donnent lieu à une discussion plus étendue, qui motive beaucoup d'exemples.

Que l'on juge maintenant, à la lueur de ces considérations, l'argument de M. d'Ocagne : il paraîtra bien insuffisant, d'autant qu'après tout si M. Lallemand, péchant par excès inverse, a négligé de répandre sa méthode, elle n'en est pas moins susceptible de recevoir de nombreuses applications, et des plus complexes, comme le prouvent les abaques qu'elle a permis de construire *dès 1885*. Sa généralisation par les abaques *à entre-croisement* de M. Margoulis renforce encore la présente conclusion.

Cela n'enlève rien aux propres mérites de la méthode des points alignés, dont l'extension à des relations à plus de 3 variables débuta six ans plus tard, réserve faite de l'abaque de Ganguillet et Kutter, et dont j'ai pu dire, comme le rappelle M. d'Ocagne, « qu'elle a été l'objet des plus importants travaux faits en Nomographie dans ces dernières années ». J'ajoute qu'en donnant ce témoignage à cette utile application des figures corrélatives, j'ai entendu rendre hommage non seulement à M. d'Ocagne, qui en a eu l'idée et l'a développée avec succès, mais encore aux divers géomètres qui ont puissamment contribué à son développement, ainsi qu'à celui qui en fut l'inspirateur très direct, à

Chasles, dont on regrette de ne pas trouver le nom sur la longue liste d'auteurs, la plupart inconnus, cités dans le traité de M. d'Ocagne comme étant intervenus plus ou moins en Nomographie[1].

***

Dans sa Note du 9 janvier à l'Académie, M. Lallemand avait écrit : « C'est en combinant deux échelles binaires que M. Soreau a imaginé les points à 3 cotes, dont son Traité donne, semble-t-il, le premier exemple (abaque 127). » Et M. d'Ocagne de s'émouvoir du tour de cette phrase, qui signale cet exemple « comme s'il s'agissait là d'un principe nouveau ». Il en prend texte pour rappeler que la « multiplication des cotes attachées à un élément, par système ramifié, se trouve très explicitement formulée dans son *Traité de Nomographie* dès la première édition (p. 351) ».

Tout d'abord, pourquoi M. d'Ocagne fait-il dire à M. Lallemand autre chose que ce qu'il a dit ? Connaît-il un exemple antérieur d'abaque avec point à 3 cotes? Si oui, qu'il l'indique; sinon, la citation qu'il incrimine est de tous points justifiée.

D'autre part, ce n'est pas dans son Traité (1899) que j'ai pris les deux échelles binaires en question, mais bien dans la brochure (1885) de M. Lallemand, seul en droit de s'en formaliser : on vient de lire avec quelle bonne grâce celui-ci admet mon emprunt, en faveur du très intéressant abaque qui en est résulté. Et je trouve plaisant d'avoir provoqué l'alarme de M. d'Ocagne pour avoir fourni le premier exemple de points à 3 cotes en combinant deux échelles Lallemand !

Enfin, lorsque M. d'Ocagne constate qu'il suffit d'associer de telles échelles pour obtenir des systèmes ramifiés, il confirme, sans le chercher, l'opinion de J. Bertrand, d'après laquelle la méthode de M. Lallemand a été l'origine des généralisations ultérieures. Au surplus, les échelles binaires, ternaires, quaternaires peuvent être considérées comme étant elles-mêmes des systèmes ramifiés, non plus à l'état schématique, mais en action, sous une forme éminemment pratique, dans des abaques remarquables. Notre chatouilleux censeur aurait été bien inspiré de s'appliquer à lui-même sa propre discipline en se dispensant de donner à entendre qu'on lui est redevable des systèmes ramifiés.

***

« Les points nodaux de M. Soreau, poursuit M. d'Ocagne, ne diffèrent que par le nom des points que j'ai nommés critiques, qui sont ceux où les valeurs des variables entrant dans une équation d'ordre nomographique 3 deviennent critiques. Ces points... sont ceux où le support rectiligne rencontre le support conique... (fig. 122 de mon Ouvrage : *Calcul graphique et Nomographie*). J'ai, dès la première édition de cet Ouvrage, mis en évidence le rôle essentiel joué par ces points dans ce mode de représentation, aussi bien que dans celui comportant 3 échelles rectilignes. Il ne semble pas qu'il suffise de changer la forme donnée à la théorie d'une certaine notion mathématique pour justifier un changement du nom par lequel a été primitivement désignée cette notion. » Pour parler net, M. d'Ocagne estime que je l'ai *démarqué ;* la gravité du reproche autorise la vivacité de ma réponse, que je ferai en quatre points.

1° Tout d'abord, il est piquant de rappeler ici que ce n'est pas lui qui a eu le premier l'idée des valeurs critiques ; elle se rencontre dans Massau, ainsi que je l'ai indiqué[1]. Sa réponse alambiquée[2] ne fait que confirmer ma remarque.

2° L'étude de M. d'Ocagne n'a mis en évidence qu'une partie du rôle important joué par les points en question dans la représentation des équations $F(f_1, f_2, f_3) = 0$ d'ordre 3, c'est-à-dire linéaires en f_1, f_2 et f_3. Tout au contraire, ma théorie envisage le problème dans toute son ampleur[3]. Elle montre notamment qu'on peut tracer arbitrairement d'une part l'échelle rectiligne, pourvu qu'elle soit homographique par rapport à l'une des fonctions, f_3 par exemple, et d'autre part la conique qui porte les échelles f_1 et f_2, pourvu qu'elle passe par deux points fixes de l'échelle rectiligne : ainsi donc, pour une échelle rectiligne donnée, ces points forment

1. Chasles est cependant cité dans la 2e édition, mais à propos des coordonnées parallèles que M. d'Ocagne avait cru imaginer pour transformer certains abaques à entre-croisement à 3 faisceaux de droites en abaques à points alignés. Voici les termes de cette citation : « Nous avons reconnu depuis lors que l'idée de ces coordonnées s'était autrefois présentée à Chasles, sans que l'illustre géomètre en ait développé la théorie. »

Si Chasles n'a pas cru utile de développer ce point spécial de sa théorie générale, — sans doute parce que les coordonnées parallèles ne sont nullement nécessaires pour obtenir la transformation envisagée, — par contre il a magistralement développé la théorie des figures corrélatives, dont la méthode des points alignés est une application directe, ainsi que celle de l'homographie, qui a permis l'utilisation pratique de cette méthode : et c'est cela, en vérité, qui méritait d'être rappelé !

1. *Traité des Abaques*, tome II, p. 71.

2. *Traité de Nomographie*, 2e éd., p. 204. Cette 2e édition, qui porte la date 1921, est postérieure de plusieurs mois à mon Traité, qui porte le même millésime, et dont le manuscrit a été aux mains de M. d'Ocagne dès 1919.

3. *Traité des Abaques*, tome II, p. 78.

deux *nœuds* où se coupent une infinité de coniques parmi lesquelles on peut exercer son choix, notamment en prenant tel cercle qu'on veut. J'ai montré en outre qu'on est libre de choisir une des deux cotes d'un point de la conique.

Au reproche d'avoir simplement changé la *forme* de la théorie de M. d'Ocagne, je réponds qu'il n'a pas soupçonné ces propriétés fondamentales. Au reproche d'avoir remplacé les mots *points critiques* par *points nodaux*, je réponds qu'il était naturel de qualifier de nodaux des points qui sont des nœuds, et qu'*il convenait* de rappeler par cette épithète une propriété aussi essentielle; je n'avais d'ailleurs pas manqué, ayant éprouvé la susceptibilité de M. d'Ocagne, de rappeler qu'il avait donné avant moi les calculs pour associer les deux cotes de ces points.

3° J'ajoute qu'il n'a pas saisi les différences qui séparent nos conceptions, comme le prouvent certains commentaires qu'il a donnés à propos de mes études sur les conditions pour qu'une équation à 4 variables d'ordre 4 soit réductible à la forme $f_{12}=g_{34}$. Sa Note de novembre 1917 à l'Académie des Sciences contient diverses erreurs, dont il reste encore trace dans les deuxièmes éditions de son *Calcul graphique* (p. 334) et de son *Traité* (p. 286); on y trouve une vérification inexactement présentée des conditions de représentation par mes abaques monoconiques[1].

4° Puisque M. d'Ocagne écrit, avec raison, qu'il ne suffit pas de changer la forme donnée à la théorie d'une notion mathématique pour avoir le droit d'en changer le nom, pourquoi donc a-t-il dérogé le premier à ce principe en proposant[2] d'appeler « genre nomographique » mon ordre nomographique, alors qu'ici cette substitution ne se justifiait en rien, car il s'agissait d'un simple décalage de la numération? Au lieu de continuer à souligner que cette notion, devenue classique, est purement formelle, pourquoi, dans la dernière édition de son Traité, passe-t-il sous silence le perfectionnement que j'ai apporté en distinguant l'ordre apparent et l'ordre réel, ce dernier constituant une caractéristique foncière au même titre que le degré d'une équation, lequel est, lui aussi, apparent ou réel suivant que la proposée est ou n'est pas décomposable en un produit?

D'autre part, puisqu'il se formalise tant des changements de noms, que n'a-t-il conservé celui d'« abaque », lié à l'histoire de l'art du calcul, et consacré par les travaux de Lalanne, de Lallemand, de Lafay et les siens propres, au lieu d'accueillir, sans motif sérieux, le mot « nomogramme », néologisme sans grâce dérivé de son mot « nomographie » et proposé par le professeur Schilling, de Göttingen, sous un mauvais prétexte trahissant une fausse érudition[1]?

***

Après ces réfutations, il ne reste guère de l'article de M. d'Ocagne qu'une preuve de plus du contrôle qu'il prétend exercer sur tout ce qui touche à la Science des abaques, passant au crible de sa critique toute incursion dans ce qu'il croit être son domaine, à moins qu'elle ne se réclame de lui, donnant à entendre qu'il n'est point de région qu'il n'ait explorée ni de découverte qu'il n'ait prévue.

Or son œuvre, dont j'ai été l'un des premiers à reconnaître et à montrer l'utilité et l'importance, n'est cependant pas telle qu'elle lui confère ce droit. Certes, comme l'a écrit le colonel Lafay, il a eu le mérite de réunir en un corps de doctrine une foule de résultats épars, auxquels il a d'ailleurs ajouté d'importantes découvertes personnelles. C'est à lui que revient, notamment, l'idée d'appliquer la théorie des figures corrélatives à la transformation des abaques à faisceaux de droites en abaques à points alignés, et de remarquer que l'équation

$$|f_n\, g_n\, h_n| = 0 \qquad (n=1, 2, 3)$$

exprime aussi bien l'alignement des 3 points

$$x = \frac{f_n}{h_n} \qquad y = \frac{g_n}{h_n}$$

que l'entre-croisement des 3 droites

$$x f_n + y g_n + h_n = 0.$$

Cette remarque simple, mais féconde, il l'a développée avec un succès très justifié. Ce succès est dû, pour une bonne part, à ce que les formules de la technique courante sont, en général, peu compliquées, de sorte que beaucoup entrent dans les quelques types d'équations dont M. d'Ocagne avait réalisé la représentation en points alignés. Mais on doit à la vérité de constater que sa contribution fut minime dès qu'il s'agit de quitter le domaine de ces applications usuelles, — d'ailleurs fort important, puisque la Nomographie est, avant tout, une science d'application, — pour aborder la résolution et la discussion des problèmes algébriques que pose

1. En effet, les deux échelles rectilignes doivent toujours être identiques, que l'abaque soit mono- ou biconique, car c'est la condition même pour que leur support commun soit ligne de pivot.

2. *Bulletin des Sciences mathématiques*, mars 1902.

1. Voir à ce sujet la Préface de mon *Traité des Abaques*.

la méthode des points alignés, et notamment celui de l'anamorphose des équations à 3 variables, véritable fondement scientifique de cette méthode.

Ainsi, considérons les équations générales des différents ordres. L'anamorphose de celle d'ordre 3 a été obtenue par M. d'Ocagne dans les deux cas où son discriminant est positif ou nul, et par M. Fontené dans le cas où il est négatif; à leurs solutions distinctes j'en ai substitué une très simple, groupant la solution des trois cas dans une même expression et fournissant de suite les trois formes canoniques ci-après, auxquelles est simultanément réductible toute équation d'ordre 3 :

$$(1) \qquad f_1 + f_2 + f_3 = 0$$
$$(2) \qquad f_1 f_2 f_3 = 1$$
$$(3) \qquad f_1 + f_2 + f_3 - f_1 f_2 f_3 = 0.$$

L'anamorphose de l'équation générale d'ordre 4 est due à Clark, qui en donna les deux formes canoniques suivantes, exclusives l'une de l'autre :

$$(4) \qquad f_1 g_3 + f_2 + f_3 = 0$$
$$(5) \qquad f_1 f_2 f_3 + (f_1 + f_2) g_3 + h_3 = 0.$$

En outre, c'est à Clark qu'on doit la première théorie des abaques coniques, dont j'ai fait un usage particulièrement intéressant et pratique sous la forme circulaire.

Les conditions d'anamorphose des équations générales d'ordre 5 et d'ordre 6 ont été étudiées par M. Farid Boulad et par moi-même; complétant les idées d'alors par la notion de l'ordre réel et la considération nouvelle des facteurs anamorphosants, j'ai trouvé en 1919 la première démonstration rigoureuse de la règle d'élimination de Massau et du critérium d'anamorphose de Clark, et j'ai établi l'important théorème ci-après, qui résume toute la discussion et ruine l'éventualité, envisagée par M. d'Ocagne et par M. Farid Boulad, de réussir par voie transcendante l'anamorphose des équations rebelles à la voie algébrique : « Toute équation d'ordre réel 3 comporte une infinité d'anamorphoses, algébriques et transcendantes. Toute équation d'ordre 4 comporte une seule anamorphose, qui est algébrique. En général, une équation d'ordre 5 ou 6 n'est pas anamorphosable; si elle l'est, elle comporte une seule anamorphose, qui est algébrique. »

Quant au problème, encore plus général, mais purement théorique, de l'anamorphose d'une équation *quelconque* à 3 variables, de Saint-Robert l'avait résolu dès 1871 pour les équations réductibles aux formes (1), (2), (3). Il a été résolu pour les équations réductibles à la forme (4) d'abord par Massau à l'aide de 4 intégrations, puis par M. Lecornu à l'aide de 3, par moi-même à l'aide de 2, et par M. Gronwall sans quadratures. Enfin la solution générale, quel que soit l'ordre, est due à M. Gronwall. M. d'Ocagne n'a apporté à ces recherches aucune contribution, même légère.

Voilà pour la méthode des points alignés, qui forme un chapitre important de la Nomographie, mais qui est loin de la constituer toute. Ainsi que je l'ai déjà souligné, les abaques à entre-croisement s'étendent à des types d'équations plus généraux ; leur application à des formules ayant un grand nombre de variables, souvent limitée par l'enchevêtrement des faisceaux sur une même feuille, vient de recevoir une extension importante avec les transparents superposés de M. Margoulis.

Quant à la *théorie morphologique générale* de M. d'Ocagne, — qui l'a longtemps dénommée à tort « théorie générale », — elle a pour objet, écrit-il, « une classification générale capable d'embrasser non seulement tous les types de nomogrammes qui sont actuellement connus et utilisés, mais même tous ceux qui pourront jamais être proposés » ! Certes une pareille classification aurait de l'intérêt si elle se présentait avec quelque faculté créatrice, si elle aidait, si peu que ce soit, à imaginer des types nouveaux et pratiques. En fait, elle aboutit à un tableau synoptique constituant une manière de classeur à références compliquées, dont les cases ont dû ou devront être remplies par les inventeurs des types d'abaques anciens ou futurs. Et c'est vraiment par trop négliger le mérite des uns et des autres que de voir en M. d'Ocagne le créateur de la Nomographie, y compris tous les développements qu'elle recevra jamais !

Rodolphe Soreau.

BIBLIOGRAPHIE

ANALYSES ET INDEX

1° Sciences mathématiques

Carnot (Lazare). — **Réflexions sur la Métaphysique du Calcul Infinitésimal.** — *2 vol. in-16 de* VIII + 117 *p. et* 105 *p. de la Collection :* «Les Maîtres de la pensée scientifique» (*Prix* : 6 *fr.*). *Gauthier-Villars et Cie, éditeurs, Paris,* 1921.

Dans le premier tome de ce petit ouvrage, l'auteur expose les principes généraux de l'Analyse infinitésimale avec de nombreux exemples. Des personnes possédant les premiers éléments de l'Algèbre et de la Géométrie pourraient aujourd'hui encore utiliser cette exposition sans dogmatisme pour se familiariser avec les idées et la pratique du Calcul infinitésimal.

Mais l'intérêt actuel de cet ouvrage réside plutôt dans le jour qu'il jette sur l'état d'esprit des mathématiciens de la fin du XVIIIe siècle et sur l'extrême confusion dans laquelle ils se débattaient au milieu de méthodes diverses et en apparence contradictoires. Ce sont ces méthodes qui font l'objet du second tome, où sont passées en revue la méthode d'exhaustion des Anciens, celle des indivisibles de Cavalieri, des indéterminées de Descartes, des limites et des fluxions de Newton, des quantités évanouissantes d'Euler, des fonctions dérivées de Lagrange.

Bien loin d'ailleurs de vouloir opposer ces méthodes l'une à l'autre, Lazare Carnot déclare qu'elles « ne sont à proprement parler qu'une seule et même méthode présentée sous divers points de vue ». Il écarte cette théorie d'après laquelle le progrès s'effectuerait par saccades lors de l'apparition d'un homme de génie : on ne saurait mieux exprimer l'importance de l'action collective jusque dans les sciences, que par la citation suivante du même auteur : « La vérité étant une, il faut toujours que ce soit à elle qu'on arrive, et sitôt qu'elle est pressentie, chacun s'y précipite par le chemin qu'il s'est frayé. Il faut faire attention qu'à l'époque de Leibniz et de Newton une foule d'idées analogues à celles de ces deux grands hommes perçaient de toutes parts dans les écrits des savants. C'était réellement un fruit mûr. »

A lire le livre de L. Carnot on pourra tirer d'autres profits que celui de pouvoir se replacer dans l'état d'esprit des mathématiciens de l'époque et de mesurer le chemin parcouru. On s'apercevra que certaines idées justes ont dévié depuis et que, pour leur donner une apparence plus rigoureuse et plus simple, on les a vidées de leur contenu.

Ainsi l'auteur exprime très nettement (p. 57, t. I) ce qu'il faut entendre par différentielle d'une fonction $\varphi(x, y)$: on forme la différence $\Delta\varphi$ des valeurs prises par φ quand x, y deviennent $x + \Delta x$, $y + \Delta y$, « et alors pour passer de cette différence à la différentielle, il n'y aura plus qu'à réduire l'expression en y négligeant les quantités qui se trouveraient infiniment petites vis-à-vis de celles auxquelles elles seraient ajoutées ou dont elles seraient retranchées ».

Comme à cette époque les développements en série allaient de soi, il est manifeste que, pour Carnot, les termes conservés sont les termes du premier degré en Δx et Δy. Il faut alors peu de chose pour obtenir la vraie définition de la différentielle, la seule pour laquelle l'existence de la différentielle de $\varphi(x, y)$ est équivalente à l'existence d'un plan tangent à la surface $z = \varphi(x, y)$ au point correspondant : la différentielle de φ est une fonction $d\varphi$ linéaire par rapport aux accroissements Δx, Δy qui ne diffère de l'accroissement correspondant $\Delta\varphi$ de la fonction que par une quantité négligeable par rapport à la distance (ou l'écart) des points (x, y) et $(x + \Delta x, y + \Delta y)$.

Combien est éloignée de l'origine de la notion de différentielle la manière usuelle de définir df en la posant égale à $f'x\,\Delta x + f'y\,\Delta y$! Combien masque-t-elle l'idée essentielle qui fait toute l'utilité de la notion de différentielle : la différentielle de φ est une fonction des accroissements Δx, Δy qui peut souvent remplacer l'accroissement de φ sans inconvénient parce qu'elle en diffère d'une quantité négligeable quand Δx, Δy sont petits, et qui la remplace presque toujours avec avantage parce qu'étant linéaire, elle est de forme plus simple.

M. Fréchet,
Université de Strasbourg.

Lamotte (Marcel), *professeur à la Faculté des Sciences de Toulouse.* — **Cours de Mécanique appliquée.** — *1 vol. in-8° de* 279 *p. avec* 214 *fig.* (*Prix* : 25 *fr.*). *Gauthier-Villars et Cie, éditeurs, Paris,* 1922.

La première et plus importante partie de cet ouvrage est consacrée à l'étude cinématique des principaux mécanismes employés dans l'Industrie : galets, glissières, coussinets, vis, excentriques, engrenages, bielles, parallélogrammes, joints, cordes, embrayages. Elle se termine par la description détaillée du tour parallèle, choisi comme exemple de machine réunissant la plupart des mécanismes précédemment étudiés.

L'auteur expose ensuite les lois expérimentales des résistances passives : frottement de glissement statique et dynamique et résistance au roulement, en indiquant de nombreuses applications (échelle, plan incliné, coin, valet de menuisier, crosse de piston, coussinets, articulations, pivots, vis, traction des véhicules, cordes et courroies). Il examine ensuite l'effet de ces résistances dans les machines simples (treuils, poulies, engrenages, courroies), au double point de vue du rendement et de la possibilité de fonctionnement (condition de non arc-boutement).

Un court chapitre est consacré aux chocs.

Puis, vient un chapitre important relatif aux machines en mouvement varié. L'auteur montre quel est le rôle du volant et indique le calcul de son moment d'inertie, pour un coefficient d'irrégularité donné, dans les cas d'une manivelle à simple effet, d'une manivelle

à double effet ou de deux manivelles couplées à angle droit. Il fait ensuite la théorie des régulateurs de Watt, de Porter, de Farcot et à ressort, en envisageant particulièrement le point de vue de l'isochronisme et de la stabilité.

Un dernier et très court chapitre contient quelques considérations générales sur l'étude physique du frottement et sur le rôle des lubrifiants.

Cet ouvrage est, à coup sûr, fort bien documenté et peut rendre d'appréciables services aux personnes qui, possédant déjà les éléments de la Mécanique rationnelle, désirent connaître ensuite la manière dont cette science peut être appliquée à l'industrie. Il est regrettable que l'auteur n'ait pas apporté un peu plus de soin à sa rédaction, qui m'a paru parfois bien obscure ou peu rigoureuse, et dans la vérification de ses calculs, qui comportent d'assez fréquentes erreurs. En outre, des changements de notation (qui semblent généralement provenir de fautes d'impression) surviennent de temps en temps au milieu d'une question ou bien dans le passage du texte à la figure et rendent la lecture fort pénible.

Il est à souhaiter que, dans une prochaine édition, l'auteur fasse disparaître ces petites imperfections d'un livre qui pourra devenir excellent.

J. Haag,
Professeur à la Faculté des Sciences de Clermont-Ferrand.

Andrade (J.), *Correspondant de l'Académie des Sciences, Professeur à la Faculté des Sciences de Besançon.* — **Les organes réglants des chronomètres.** — 1 *vol. in-8° de* 146 *p. avec gravures. E. Magron, éditeur, Besançon, Bienne*, 1922.

De temps à autre se rencontre un savant pour s'occuper des problèmes de la chronométrie. Au dix-septième siècle, Huygens a donné l'exemple avec le *De Horologio oscillatorio*. Au dix-neuvième, Yvon Villarceau s'est attaqué aux lois du *Mouvement et de la Compensation des Chronomètres* dans son célèbre Mémoire inséré au Tome VII des *Annales de l'Observatoire*. Quelques années auparavant, Phillips avait publié dans les *Annales des Mines* son étude classique sur le *Spiral réglant*. Phillips avait été entraîné à l'examen mathématique de la conduite du spiral par ses travaux sur les ressorts. Caspari le fut par ses fonctions au Service hydrographique de la Marine, où il eut pendant de longues années les instruments, en particulier les chronomètres, sous sa direction. Résal s'était livré à des recherches de chronométrie mathématique alors qu'il était ingénieur à Besançon, centre de la fabrication française de la montre.

C'est pour le même motif que M. Jules Andrade est entré dans cette voie. Professeur de Mécanique à l'Université bisontine, un esprit aussi curieux et profond que le sien devait tout naturellement s'intéresser aux problèmes si variés et si délicats de la mécanique horlogère. On peut même dire que ces problèmes le passionnèrent. Dès 1903, il introduisait l'enseignement supérieur de la chronométrie à la Faculté des Sciences. Durant sept ans, avec les seules ressources de son laboratoire — ressources infimes, j'ai à peine besoin de le dire — il fit face aux exigences de cet enseignement entièrement nouveau chez nous, mais déjà développé méthodiquement chez nos voisins suisses, et réussit à former quelques élèves. C'est seulement en 1910 que le Ministère de l'Instruction publique créa officiellement une maîtrise de conférences de chronométrie, qui fut confiée à Marcel Moulin, mort glorieusement au début de la guerre, et envisagea la constitution d'un laboratoire d'étude et de recherches.

Bien qu'il ne s'occupât plus de son enseignement proprement dit, M. Andrade continua, malgré et depuis la guerre, à étudier les problèmes de la chronométrie. Son volume *Chronométrie*, de l'Encylopédie du Dr Toulouse, publié en 1908, a été analysé dans la *Revue*. C'est un ouvrage classique, quoique peu abordable pour les horlogers qui sont avant tout praticiens. *Les organes réglants des chronomètres*, qui viennent de paraître à Besançon et à Bienne par les soins de l'éditeur Magron, sont un ouvrage mixte qui, dans sa brièveté de raccourci, s'adresse aux praticiens instruits comme aux techniciens. Il est particulièrement précieux, M. Andrade étant assurément le savant de France le plus compétent dans ces questions auxquelles le monde scientifique s'intéresse — à tort — assez peu.

Il se compose seulement de six chapitres. Le premier est une vue d'ensemble de l'œuvre des fondateurs de la chronométrie, qui date proprement de Galilée et de Huygens. L'auteur met en relief l'esprit divinatoire des grands artistes Arnold et Pierre Le Roy, le premier anglais, le second français, dont les formules d'isochronisme du spiral ont été démontrées théoriquement un siècle plus tard par Phillips et Caspari.

Dans le second chapitre, M. Andrade étudie et résume l'œuvre des quatre grands théoriciens Villarceau, Phillips, Résal et Caspari, à laquelle lui-même a apporté de précieux compléments. Il termine en constatant la récalcitrance du spiral plat qui, jusqu'à ce jour, a refusé de se soumettre aux efforts de l'analyse la plus subtile comme pour démontrer que le domaine de la chronométrie est loin d'être encore intégralement cultivé.

Le chapitre 3 salue avec enthousiasme la naissance de la « chronométrie physique, inaugurée il y a plus de vingt ans par M. Guillaume, et qui vient récemment de s'affirmer d'une manière éclatante par la création du spiral autocompensateur ». Ce chapitre est complété par la reproduction intégrale de la communication de M. Guillaume à l'Académie des Sciences sur la *Dilatation et la thermoélasticité des aciers au nickel*, en juin et juillet 1920.

Le problème mécanique du réglage forme l'objet du cinquième chapitre : l'auteur, après avoir exposé la nécessité du contrôle expérimental des lois du réglage, déjà demandé par Yvon Villarceau, nous initie à ses recherches sur les *spiraux associés* et les *balances spirales* propres à assurer ce contrôle.

L'ouvrage se termine par l'indication d'une méthode photographique pour la mesure de la résistance au roulement, d'une méthode statique de détermination des frottements de glissement et par une note sur l'inertie du spiral cylindrique.

Il convient de féliciter M. Andrade de s'être attaché ardemment à la solution des problèmes de la Mécanique chronométrique dont la série est loin d'être épuisée. Il serait désirable qu'il fût un peu aidé. Il est toutefois douteux qu'il le soit prochainement, si nous en jugeons par le peu d'entrain des souscripteurs au fonds Moulin, destiné à alimenter le laboratoire voisin — officiel, celui-là — de l'Institut de Chronométrie.

Léopold Reverchon,
Rédacteur en chef de *L'Horloger*.

2° Sciences physiques

Villey (J.), *Maître de conférences à la Faculté des Sciences de Caen.* — **Physique élémentaire et Théories modernes. I. Molécules et atomes.** — 1 *vol. in*-8° de x-198 *p. avec* 23 *fig.* (*Prix* : 15 *fr.*). *Gauthier-Villars et Cie, éditeurs, Paris*, 1921.

Ce premier volume du cours de Physique de M. Villey traite de l'équilibre et des mouvements de la matière. On y trouve exposés les éléments de la Mécanique, l'équilibre des fluides, les propriétés thermiques des corps, l'élasticité et l'acoustique.

C'est le mérite et l'originalité de ce livre de ne pas se borner, comme la plupart des traités classiques, à un exposé par chapitres isolés des différents faits de la Physique, mais de les relier les uns aux autres à l'aide des théories modernes.

Les théories physiques, par l'enchaînement logique et le groupement des faits et des lois qu'elles permettent d'établir, tendent à satisfaire ces besoins de simplification et de coordination que ressent notre esprit pour la compréhension des phénomènes naturels. Aussi leur introduction dans un exposé de ces phénomènes est-elle d'un intérêt très grand. Elles rendent, à coup sûr, cet exposé plus intuitif, plus attrayant et permettent de dégager plus clairement les idées générales.

Il n'est pas douteux, par exemple — et cela apparaît nettement dans le livre de M. Villey — que la théorie cinétique des gaz éclaire et coordonne remarquablement et simplement toutes les propriétés des gaz et des vapeurs.

On peut, sans doute, objecter qu'il est dangereux de donner une importance trop grande à des théories qui ne sont, en somme, que des hypothèses et peuvent par suite ne pas être définitives.

L'auteur, répondant à cette objection, ne fait appel qu'à des théories qui se présentent actuellement avec un très haut degré de certitude — théories cinétique et atomique de la matière — et, d'autre part, il prend soin de rappeler que ces théories constituent des interprétations commodes des lois physiques et non pas des principes d'où ces lois se déduisent.

Ce traité correspond à l'enseignement donné aux étudiants du P. C. N., mais il s'adresse aussi au public éclairé et curieux, de plus en plus étendu, à tous ceux qui veulent, sans effort, se mettre au courant de l'état actuel de la Physique théorique et expérimentale.

Par sa forme nouvelle et originale, il peut, en outre être utile aux professeurs, aux étudiants d'agrégation, à tous ceux qui s'intéressent à l'enseignement élémentaire de la Physique.

P. Le Rolland,
Maître de conférences à la Faculté des Sciences de Rennes.

Rougier (Louis), *Professeur agrégé de Philosophie.* — **La Matière et l'Energie selon la Théorie de la relativité et la Théorie des quanta.** *Nouvelle édition, revue et augmentée.* — 1 *vol. in*-8° *de* xi-112 *p.* (*Prix* : 9 *fr.* 50). *Gauthier-Villars et Cie, éditeurs, Paris*, 1921.

Cet ouvrage, dont la première édition, parue sous le titre : *La matérialisation de l'Energie*, a été longuement analysée ici même [1], présente la critique de la vieille conception dualiste de la matière et de l'énergie et lui subtitue la doctrine récente, dérivée de la théorie de la relativité et de celle des quanta, qui attribue à l'énergie une masse, un poids en proportion et une structure, si bien que ce que nous appelons la matière n'est plus qu'un cas particulier de l'énergie. L'antique dualité du pondérable et de l'impondérable fait place à celle du *champ électromagnétique* ou *énergie*, dont le rayonnement et la matière sont de simples modalités, et du *champ pur de gravitation* ou *espace einsteinien*.

L'auteur a mis cette seconde édition au courant des faits nouveaux qu'a fait surgir le vaste mouvement d'idées déclanché par ces théories, et son livre continuera à rendre service à ceux qui désirent s'initier aux conceptions qui sont en train de révolutionner la science physique.

Cain (John Cannell) et **Thorpe** (Jocelyn Field). — **Les Matières colorantes de synthèse et les produits intermédiaires.** — *Traduit d'après la quatrième édition anglaise par* G. Delmarcel *et* M. Drapier. — 1 *vol. in*-8° *de* 640 *p.* (*Prix* : 58 *fr.*). *Dunod, éditeur*, 47 *et* 49, *quai des Grands-Augustins, Paris*, 1922.

L'ouvrage de MM. J. F. Thorpe et J. C. Cain offre, sous un volume relativement restreint, une excellente vue d'ensemble de l'industrie des matières colorantes. Des documents de choix sur les produits intermédiaires et les colorants proprement dits, des données précieuses sur le laboratoire technique, l'analyse des colorants et leurs essais, assureront le succès de cette traduction.

La partie théorique traite de la distillation des goudrons, des matières intermédiaires, des matières colorantes. La partie pratique donne des renseignements sur l'installation du laboratoire, de l'atelier d'essai en demi-grand, de la bibliothèque. Une place importante est réservée à la description précise de la préparation de matières colorantes et intermédiaires.

Dans une troisième partie, analytique, les auteurs ont rassemblé des documents sur la fibre, les essais de teinture, l'appréciation de la valeur tinctoriale d'une matière colorante, la solidité, le dosage des substances minérales et organiques utilisées dans un laboratoire

1. *Rev. gén. des Sc.* du 15 mai 1920, t. XXXI, p. 286.

de matières colorantes, l'analyse de matières colorantes en nature et sur fibre.

Comme on le voit par cet exposé succinct, cet ouvrage a un caractère essentiellement pratique et peut avoir une place de choix dans la bibliothèque du laboratoire. Il peut, entre autres services, rendre celui d'un excellent manuel de manipulation. Les préparations décrites sont très intéressantes; nous citerons en particulier celle du thioindigo à partir de l'acide phtalique.

En outre, il peut convaincre le jeune chimiste de l'importance des connaissances théoriques et de la multiplicité des problèmes qui se rattachent à l'industrie des colorants.

Les auteurs ont apporté dans les précisions des détails expérimentaux un soin tel, qu'avec des connaissances générales en chimie, on peut sans autre maître se familiariser avec la chimie des colorants.

Ju. Martinet,
Docteur ès Sciences.

3° Sciences naturelles

de Launay (L.), *Inspecteur général des Mines, Professeur à l'Ecole des Ponts et Chaussées et à l'Ecole des Mines.* — **Géologie et Minéralogie appliquée à l'art de l'Ingénieur.** — 1 *vol. gr. in-8° de* 418 *p. avec* 288 *fig. des* Grandes Encyclopédies industrielles (*Prix : broché,* 40 *fr. : relié,* 50 *fr.*). *J.B. Baillière et fils, éditeurs, Paris,* 1922.

M. de Launay, dont les nombreux travaux sur la Géologie et la Minéralogie sont bien connus, donne à la collection Baillière des *Grandes Encyclopédies Industrielles*, dans ce nouveau volume, le cours qu'il professe sur ces matières à l'Ecole des Ponts et Chaussées. Ce n'est donc pas un ouvrage pour les géologues et les minéralogistes. Doit-on même dire que c'est un ouvrage où pourront puiser les ingénieurs de Travaux publics (nous entendons par là les ingénieurs qui ont personnellement à établir un projet, à l'occasion duquel des études de terrain sont nécessaires)? Non assurément.

Dans un cours, s'adressant à des élèves ingénieurs qui ont par ailleurs un énorme programme à parcourir, il n'est pas possible au professeur d'entrer dans les détails techniques, susceptibles d'application pratique immédiate. Il lui est loisible seulement de signaler l'existence de questions que les études ultérieures, entreprises sous la pression des nécessités de la carrière, approfondiront; il ne peut que mettre en garde contre les diverses difficultés, auxquelles d'autres moins avertis se sont heurtés, et c'est déjà beaucoup en effet qu'un ingénieur soit prémuni contre des décisions précipitées, conséquences d'une information et d'une documentation insuffisantes.

A ce titre, l'ouvrage de M. de Launay est donc une initiation d'ordre théorique et pratique, et par là il a été conduit à diviser naturellement son volume en deux parties.

La première donne quelques notions de cristallographie et de minéralogie descriptive, se bornant ainsi à la reconnaissance des minéraux les plus utiles ou les plus communs, c'est-à-dire à une centaine sur les quatre mille connus, que l'on a chance de rencontrer en France. Les minéraux isolés reconnus, le chapitre suivant étudie comment ces minéraux s'associent pour former des roches ou des terrains, puis détermine leurs conditions de gisement, leur mode de formation, leur origine et leur âge.

Cet âge, la Paléontologie aide à le fixer d'une autre façon, et de ce fait, elle est un instrument indispensable. Ce côté pratique de la Paléontologie est celui qui a préoccupé l'auteur tout au long du chapitre 4.

La formation des terrains sédimentaires est abondamment traitée dans tous les ouvrages élémentaires; elle est donc étudiée sommairement ici, dans le chapitre 5, d'autant que son étude, pour être fructueuse, doit être complétée sur le terrain même.

Mais on ne rencontre pas que des terrains à peu près horizontaux et superposés dans leur ordre de formation. La stratigraphie doit donc être complétée par l'étude des terrains plissés jusqu'au renversement et dénivelés par des failles. Cette étude, qui constitue l'orogénie est née des besoins pratiques qu'amènent les travaux de mines. Elle est aussi indispensable dans les travaux de grands tunnels et de barrage et pour la recherche des substances utiles. Il n'en est donné ici, dans le chapitre 6 et dernier de la première partie, que les principes généraux, car son application très délicate est réservée aux spécialistes.

Les applications de la Géologie, qui constituent la deuxième partie de ce volume, débutent par les indications nécessaires à la lecture profitable des cartes géologiques et particulièrement de celle au 1/80.000 de la France. L'auteur montre comment les interpréter pour l'établissement, à priori, des coupes de terrains demandées par les avant-projets de travaux, coupes qui, la plupart du temps ensuite, doivent être complétées par la reconnaissance sur place des terrains au moyen de sondages.

Une des premières applications de la Géologie est celle de la recherche des matières minérales utiles, comme les matériaux de construction, les combustibles et les substances métallifères. Le chapitre 8 est donc réservé aux données essentielles sur leur mode de gisement et à leur étude particulière.

Mais c'est la lecture du chapitre 9 qui intéressera tout spécialement l'ingénieur des Travaux publics. L'auteur y a, en effet, par des exemples variés et judicieusement choisis, montré les difficultés qui se sont offertes au cours de travaux antérieurs et surtout indiqué comment une étude plus complète des terrains eût pu les éviter. L'ingénieur touchera du doigt ici l'intérêt que présente, par conséquent, une connaissance suffisante de la Géologie, qu'il s'agisse d'une construction de barrage, d'une route ou d'un chemin de fer, de canaux ou de tunnels.

Une dernière question pratique ne pouvait être passée sous silence : c'est celle des eaux souterraines, dont la méconnaissance a souvent conduit à de très graves mécomptes. C'est sur ce chapitre que se termine l'ouvrage, que ne liront pas sans profit ceux qui n'ont pu suivre l'enseignement oral de M. de Launay et qui se

proposent de faire plus tard des Travaux publics l'objet de leurs occupations.

L. POTIN.

Bowman (Isaiah), *Director of the American Geographical Society of New-York.* — **The New World. Problems in political Geography.** — 1 *vol. gr. in-8°, toile, de* 632 *p., avec* 125 *cartes et* 65 *photographies. World Book Cy, New-York,* 1922.

M. I. Bowman, qui est un des meilleurs géographes américains, vient de mettre au point la géographie politique du monde entier, en passant en revue les problèmes que soulèvent les nouvelles frontières et les changements qu'elles apportent dans l'équilibre des Etats nouveaux. C'est un livre original et dont l'intérêt actuel est doublé par l'illustration et par l'abondance, l'exactitude et la clarté des documents cartographiques.

P. C.

Sartory (A.), *Professeur de Cryptogamie, et* **Maire** (L.), *Chef de travaux à l'Université de Strasbourg.* — **Les Champignons vénéneux.** — 1 *vol. in-8° de* 251 *pages avec* 10 *planches en trichromie* (*Prix : 25 fr.*). *Librairie Le François,* 9 et 10, *rue Casimir-Delavigne. Paris,* 1922.

Les Champignons vénéneux doivent leurs propriétés à des poisons spécifiques plus ou moins redoutables, parfois mortels selon leur nature chimique et leur répartition dans l'organisme. Il importe de les distinguer des Champignons comestibles ou généralement inoffensifs, qui nuisent accidentellement par leurs produits de décomposition ou par leur consommation immodérée.

Les propriétés toxiques de chaque espèce ont été révélées progressivement par l'observation des malades, l'expérimentation sur les animaux, l'analyse chimique. Les données acquises sur ces divers points sont réunies dans ce volume avec les références bibliographiques nécessaires et complétés par l'expérience personnelle de M. Sartory.

Pour les utiliser, il est indispensable de reconnaître immédiatement une espèce réputée suspecte ou démontrée dangereuse et même mortelle. Tous les procédés empiriques étant illusoires, la détermination botanique s'impose. Les auteurs l'ont bien compris en consacrant les seize chapitres de la première partie à la description de toutes les espèces à craindre. Les quinze chapitres de la deuxième partie traitent des questions se rapportant à la pathologie, au traitement, à la prophylaxie, à la toxicologie dans les empoisonnements par les Champignons.

PAUL VUILLEMIN,
Correspondant de l'Institut.

Chopard (L.), *docteur ès sciences.* — **Faune de France. 3. Orthoptères et Dermaptères.** — 1 *vol. in-8° de* VI-212 *p. avec* 466 *fig.* (*Prix : 18 fr.*). *Paul Lechevallier, éditeur, Paris,* 1922.

Poursuivant son programme d'édition, l'Office Central de Faunistique vient de publier le troisième fascicule de la *Faune de France :* ce volume est consacré à deux sous-ordres de l'ordre des *Orthopteroidea*, les Orthoptères s. str., et les Dermaptères.

Précédant la partie proprement systématique, on trouve au début de l'ouvrage un certain nombre de pages consacrées à des notions générales qui doivent permettre à un non-spécialiste de se mettre rapidement au courant de l'organisation générale des Orthoptères, de la terminologie qui leur est appliquée, et partant de pouvoir utiliser avec succès, pour des déterminations spécifiques, la partie systématique. Cette introduction envisage successivement : 1° la morphologie externe, 2° l'anatomie, 3° l'embryologie; 4° le développement postembryonnaire, 5° l'éthologie et la faunistique, 6° les méthodes de chasse et de conservation. Il faut déplorer que la place accordée à l'auteur ait été si réduite et que quelques pages supplémentaires n'aient pu lui être octroyées. Bien que la *Faune de France* soit une collection uniquement systématique, il est bien évident que des introductions d'une certaine étendue sont nécessaires, non seulement pour aider les déterminations, mais pour permettre de saisir les affinités des groupes voisins et éclairer de quelques remarques phylogénétiques les classifications modernes et très au point auxquelles nous ont habitué les fascicules déjà parus.

On peut donc regretter que, sur des points aussi importants que la morphologie des pièces tégumentaires, celle des appendices (qui a été particulièrement étudiée ces dernières années), enfin les questions d'éthologie, de répartition géographique, la compétence de M. Chopard n'ait pu nous donner les développements que nous aurions désirés.

La deuxième partie du volume contient les clefs dichotomiques et les diagnoses. Le paragraphe consacré à chaque espèce est véritablement bien compris : la *synonymie* est succincte, renvoyant seulement aux autorités récentes. Il est cependant regrettable que la référence originale n'y figure pas : à mon point de vue la synonymie le plus courte, dans un travail systématique de quelque étendue, doit contenir au moins : l'indication de la première description spécifique, puis une ou plusieurs références récentes renvoyant à des synonymies plus complètes ou à des figures particulièrement parfaites. La *description* comprend, outre la diagnose de l'adulte, ♂ et ♀, de précieux renseignements sur le jeune. A la suite viennent des *remarques éthologiques* sur la ponte, l'éclosion, le chant, l'habitat, la fréquence, et *zoogéographiques* sur la répartition en France, puis hors de France. Des figures au trait[1], abondantes et précises, permettent une vérification facile des déterminations. Seuls les caractères utilisés dans la systématique sont figurés; cela est d'ailleurs suffisant, mais il est impossible de ne pas signaler l'absence presque totale de ces dessins d'ensemble qui fournissent d'emblée la notion de la « physionomie » d'une espèce et font l'incalculable valeur, par exemple, de l' « *Account of the Crustacea of Norway* » de G. O. Sars. Lorsque les limites qui vous sont assignées le permettent, je ne crois pas que l'on puisse jamais donner trop de figures pour des animaux

1. Il faut signaler cependant une planche photographique (fig. 408-417, face à la p. 134).

comme les Insectes et les Crustacés qui occupent une telle place, par le nombre de leurs espèces, dans notre faune.

Quoi qu'il en soit de ces points secondaires, nous sommes enfin en possession d'un ouvrage complet sur les Orthoptères et les Dermaptères de France. Composé par un spécialiste auquel l'inventaire de nos Orthoptères doit tant d'additions, au courant des progrès récents de la systématique de ce groupe, et bénéficiant d'une excellente présentation, l'ouvrage de M. Chopard sera désormais le solide et quasi définitif compagnon de tout amateur de Sauterelles, de Grillons et de Perce-oreilles.

TH. MONOD.

Policard (A.), *Professeur à la Faculté de Médecine de Lyon.* — **Précis d'Histologie physiologique.** — *1 vol. in-16 de 1130 pages avec 465 fig. de la* Collection Testut (*Prix cart. : 40 fr.*). *G. Doin, éditeur, Paris*, 1922.

Depuis une vingtaine d'années, l'Histologie est l'objet de vives attaques de la part de nombre de bons esprits appartenant au monde biologique ; on doit reconnaître que certains histologistes semblent s'ingénier à mériter ces critiques; pour ceux-ci, en effet, la substance vivante n'offre d'intérêt qu'au moment où elle a cessé de vivre et où elle se présente à l'examen déformée par les réactifs ; ce qui leur importe, ce n'est point d'observer la structure réelle des tissus, leur développement, leurs réactions, leurs modes de fonctionnement et leur signification physiologique, mais de décrire minutieusement les effets plus ou moins fantasques des réactifs et des teintures polychromes sur ce qui a été vivant. En France, toute une pléiade de chercheurs, appliquant les principes de L. Ranvier, ont réagi, par leurs recherches originales, contre ces errements; parmi eux se range le Professeur A. Policard qui, après avoir été un des ouvriers de cette juste cause, tente maintenant, par son « *Précis d'Histologie physiologique* », de faire pénétrer, dans le milieu des étudiants près les Facultés de Médecine, la saine doctrine histologique.

Le livre du Docteur A. Policard est facile à caractériser : c'est un précis d'Histologie humaine, comportant les développements nécessaires de Biologie et d'Histologie générales ; une attention spéciale est accordée aux résultats des disciplines nouvelles telles que la Biophysique et la Biochimie. A l'inverse de nombre de traités [1], l'étude du fonctionnement des tissus et des organes suit immédiatement celle de leur structure et constitue le point essentiel de l'enseignement : « Les descriptions morphologiques y sont dominées constamment par la notion de fonction. »

Grâce au précis du Professeur Policard, les étudiants pourront acquérir toutes les notions histologiques nécessaires aux études médicales; en plus, ils se convaincront que l'Histologie ne se borne point à une stérile nomenclature de cellules et de tissus, mais constitue, en réalité, une véritable Physiologie cellulaire, indispensable à la Médecine. Toutefois, mon collègue A. Policard me permettra une question ; son excellent ouvrage ne compte pas moins de 1087 pages; exigerait-il de ses élèves l'assimilation de la somme de connaissances condensées dans son livre ? La plupart des médecins sont appelés à soigner des malades et non à devenir des laboratoriens.

A. PETTIT.

Carnoy (Albert), *Professeur à l'Université de Louvain.* — **Les Indo-Européens.** PRÉHISTOIRE DES LANGUES, DES MŒURS ET DES CROYANCES DE L'EUROPE (Collection Lovanium, III). — *1 vol. in-16 de 256 p.* (*Prix : 7 fr.*). *Vromant et Cie, éditeurs, 3, rue de la Chapelle, Bruxelles ; 37, rue de Lille, Paris*, 1921.

Le livre de A. Carnoy sur les Indo-Européens que vient de publier l'Université de Louvain, d'une lecture agréable, présente une vue originale du grand problème ethnographique appelé au siècle dernier « La question aryenne ».

S'inspirant des méthodes nouvelles des sciences anthropologiques, l'auteur passe successivement en revue les données fournies par la linguistique, la géographie, l'archéologie et la mythologie. Pour lui le berceau des Indo-Européens devrait être cherché dans les plaines de l'Ukraine. Peut-être les dernières études faites sur la langue principale des textes trouvés à Boghazkoï (Cappadoce) sont-elles de nature à entraîner une légère modification de cette manière de voir. A. Meillet pense, en effet, que le pseudo-hittite pourrait être le représentant d'une langue relativement ancienne, dont l'indo-européen commun serait aussi la continuation.

La méthode utilisée par A. Carnoy pour arriver à la détermination du centre originel d'une langue consiste dans la recherche, grâce au vocabulaire, des rapports qui unissent les mots désignant les modalités du climat, les éléments de la faune et de la flore, les termes de zootechnie et d'agriculture, les expressions concernant l'habitation et l'alimentation, les vêtements et les armes, le commerce et le droit. Enfin un substantiel exposé mythologique vient compléter la documentation de cet intéressant petit livre.

La bibliographie, choisie avec éclectisme, qui termine l'exposé, montre à quel point la science allemande avait fini par monopoliser l'étude des langues, des mœurs, des institutions et des croyances des Indo-Européens. Seuls les travaux de A. Meillet, G. Dottin et L. de la Vallée Poussin représentent dans cet ordre de recherches les travaux de langue française.

L. JOLEAUD,
Maître de Conférences à la Faculté des Sciences de Paris.

1. Rappelons la brillante exception réalisée, dès 1904, par le remarquable t. I du *Traité d'Histologie* de A. Prenant, P. Bouin et L. Maillard (*Revue générale des Sciences*, 1904).

ACADÉMIES ET SOCIÉTÉS SAVANTES
DE LA FRANCE ET DE L'ÉTRANGER

ACADÉMIE DES SCIENCES DE PARIS

Séance du 24 Juillet 1922

1° Sciences mathématiques. — M. **Abramesco** : *Sur les séries de polynômes à deux variables complexes.* — M. **P. Dienes** : *Sur le déplacement des tenseurs.* — M. **Farid Boulad Bey** : *Sur la recherche géométrique des efforts intérieurs et des déplacements autour d'un point dans un corps élastique.*

2° Sciences physiques. — M. **Maur. Leblanc** : *Sur l'électrification des chemins de fer au moyen de courants alternatifs de fréquence élevée.* L'auteur montre qu'en se servant de courants alternatifs de fréquence élevée, 20.000 par exemple, et les faisant circuler dans des conducteurs tendus au-dessus des voies, ils pourraient en *induire* d'autres dans un circuit porté par les voitures d'un train et s'étendant au-dessus d'elles, parallèlement à ces conducteurs. Il n'y aurait plus de contact glissant. Les courants induits seraient transformés en courants triphasés, d'une fréquence aussi basse que l'on voudra et variable avec la vitesse du train. Ce système paraît devoir être beaucoup plus simple et plus économique que les systèmes actuels. — MM. **P. Sacerdote** et **P. Lambert** : *Nouveau procédé pour déceler la présence d'un sous-marin.* C'est un procédé électrique, où le sous-marin révèle sa présence par la différence de sa conductibilité électrique et de celle de l'eau de mer. Dans toute la largeur d'une passe on immmerge deux câbles parallèles, nus, parcourus par un courant dans le circuit duquel se trouve un galvanomètre. Si un sous-marin franchit la passe, quand il se trouve entre les deux câbles la résistance de la mer entre ceux-ci est diminuée, l'intensité du courant électrique augmente et la déviation de l'aiguille du galvanomètre croît. — M. **G. Athanasiu** : *Actinomètre à électrodes de mercure halogénées ou sulfurées.* L'auteur a constaté que l'on peut faire des actinomètres avec des électrodes de mercure recouvertes de couches très minces des composés Hg^2I^2, Hg^2Br^2, Hg^2Cl^2, Hg^2F^2, HgS, couches préparées par électrolyse ou par attaque directe du mercure par des vapeurs de I, Br, Cl, F ou S. La lumière augmente le potentiel des électrodes de mercure couvertes d'halogénures; elle diminue celui d'une électrode couverte de sulfure. L'effet de la lumière est instantané. — M. **St. Procopiu** : *Sur les variations des spectres d'arc du mercure avec les conditions d'émission.* Dans les divers milieux où jaillit l'arc, les raies des deux séries secondaires éprouvent par rapport aux raies de l'arc dans le vide un affaiblissement et un élargissement qui sont d'autant plus prononcés que le rang de la raie dans la série est plus élevé. L'ensemble des faits observés peut être rattaché à la théorie de Bohr et à l'effet Stark. — Mlle **Ir. Curie** : *Détermination de la vitesse des rayons α du polonium.* La détermination directe de la vitesse d'émission des rayons α du polonium par la méthode de la déviation magnétique a donné pour valeur moyenne $1,593 \times 10^9$ cm : sec. — M. **Ch. Moureu** : *La troisième Conférence internationale de la Chimie pure et appliquée.* Compte rendu de cette conférence, qui a eu lieu à Lyon du 27 juin au 1er juillet. — MM. **V. Grignard** et **A. C. Purdy** : *Sur l'oxyde d'éthyle αβ'-dichloré.* Les auteurs ont préparé ce corps par condensation de l'éthanal avec la monochlorhydrine du glycol en présence d'HCl sec. C'est un liquide incolore, Eb. 55°-57° sous 17 mm., décomposé par l'eau en ses constituants. L'acétal β'β''-dichloréthylique bout à 106°-108° sous 17 mm. — MM. **P. Lebeau** et **M. Picon** : *Sur les réactions fournies par le sodammonium avec les carbures d'hydrogène.* Les carbures acycliques saturés et éthyléniques ne sont pas attaqués par le sodammonium; les carbures acétyléniques vrais donnent des dérivés sodés. Les carbures benzéniques ne sont pas attaqués, sauf lorsqu'ils possèdent une chaîne latérale avec liaison acétylénique (dérivé sodé) ou éthylénique (hydrogénation). Les carbures terpéniques restent inaltérés ; de nombreux carbures polycycliques sont attaqués.

3° Sciences naturelles. — M. **O. Mengel** : *Sur la chute des poussières dite « pluie de sang »; remarque relative à la neige colorée du 12 mars 1922 en Briançonnais.* L'examen de la situation météorologique au début de mars incline l'auteur à penser que les poussières ocreuses qui produisirent cette coloration de la neige n'étaient pas d'origine locale, mais de provenance saharienne. — MM. **E. F. Terroine** et **R. Wurmser** : *L'utilisation des substances ternaires dans la croissance de l'*Aspergillus niger. *L'Aspergillus niger* manifeste une indifférence complète, quant au rendement matériel de ses processus de croissance, vis-à-vis des différences de composition ou de structure des divers sucres qu'on lui fournit. La nature de la source d'azote a une influence très nette, les sels d'ammoniaque, la guanidine, l'urée, l'acide nitrique ayant un rapport d'utilisation plus élevé que les nitrates. — M. **L. Blaringhem** : *Hérédité des caractères physiologiques chez les hybrides d'orges (deuxième génération).* Si les caractères ornementaux et superficiels (barbes) suivent dans leur transmission à peu près les règles mendéliennes, les caractères essentiels de la sexualité des épillets, de leur condensation, sont, au contraire, sous la dépendance directe des facteurs de la croissance et, en définitive, de l'agencement cellulaire qui, lui, est une mosaïque. Or ces caractères physiologiques sont précisément ceux qui déterminent les rendements élevés. — M. **P. Becquerel** : *La théorie du mériphyte devant les phénomènes de l'ontogénie vasculaire.* Critique des récents résultats de P. Bugnon, dus à un défaut de méthode, et confirmation de la théorie de G. Chauveaud, qui a été exposée en détail ici même. — M. **A. Pézard** : *Notion de « seuil différentiel » et masculinisation progressive de certaines femelles d'oiseaux.* Les résultats expérimentaux relatifs à l'action de l'ovaire sur le plumage des oiseaux (1° action empêchante ; 2° tout ou rien ; 3° seuil différen-

tiel) permettent d'expliquer, par la seule intervention des hormones, des anomalies assez complexes qui semblaient en désaccord avec les théories récentes de l'endocrinologie. — M. P. **Wintrebert** : *Le mode d'édification du vomer définitif au cours de la métamorphose chez les* Salamandridae. Le vomer définitif provient d'une double origine : une ossification dentaire et une ossification membraneuse directe. Aucune partie de l'arc denté voméro-ptérygo-palatin larvaire n'entre dans sa composition. — MM. P. **Carnot** et M. **Tiffeneau** : *Sur un nouvel hypnotique de la série barbiturique : la butyl-éthyl-malonylurée.* Les auteurs ont étudié le pouvoir hypnotique des éthyl-alcoyl-malonylurées. Celui-ci passe par un maximum pour les termes en C^{10} et C^{11} ; l'éthylbutylmalonylurée, en particulier, constitue un hypnotique remarquable.

Séance du 31 Juillet 1922

M. le Président annonce à l'Académie la mort de M. **Louis Favé**, membre de la Section de Géographie et Navigation. — M. **Em. Picard** donne quelques renseignements sur la session du Conseil international de Recherches tenue à Bruxelles en juillet 1922.

1° Sciences mathématiques. — M. J. **Baillaud**: *Quelques données sur la constitution de l'amas galactique déduites de l'étude de la Zone de Paris du Catalogue photographique.* Si l'on ne fait état que des dénombrements des clichés du Catalogue astrophotographique de Paris, les coordonnées du pôle galactique seraient 13 h. 22 m., + 27° 2, le centre de l'amas stellaire aurait une latitude galactique de — 3°, il aurait une ascension droite comprise entre 1 h. et 13 h.; les étoiles du Catalogue, dans la direction du plan galactique, seraient comprises dans une région du noyau de l'amas stellaire où la distribution des étoiles en densité et en luminosité serait homogène. La condensation galactique serait notablement plus grande que ne l'indique M. Van Rijn. — M. E. M. **Lémeray** : *La structure de l'Univers et la relativité générale.* On peut considérer la Voie lactée et l'Univers entier, soit comme un amas de forme lenticulaire, le Soleil étant très voisin du centre, soit comme constitués par une enveloppe creuse. Dans la cavité se trouveraient outre les nébuleuses, quelques étoiles; étoiles, nébuleuses et rayons lumineux s'y déplaceraient sensiblement en ligne droite; cette région serait presque euclidienne. En pénétrant dans l'enveloppe, les trajectoires se courberaient; les rayons lumineux atteindraient, sans la franchir, la surface sphérique extérieure. Cette seconde hypothèse présente un avantage : il faut un paramètre de moins pour définir la structure générale.

2° Sciences physiques. — M. J. G. **Popesco** : *Sur la relation entre les phénomènes photo-électriques et la tension superficielle du mercure.* Au moyen d'un dispositif analogue à celui de Klages, l'auteur a vérifié l'existence d'une relation de ce genre. — M. R. **de Mallemann**: *Biréfringence moléculaire et activité optique.* L'auteur établit théoriquement certaines formules donnant le pouvoir rotatoire, l'indice de réfraction et la biréfringence chez les corps doués d'activité optique. — M. **Yovanovitch** et Mlle **Chamié** : *Préparation du sel étalon radifère.* Cet étalon est constitué par du carbonate de baryum radifère insoluble et non hygroscopique, précipité dans des conditions qui assurent un mélange uniforme des deux métaux. — M. Er. **Toporecsu**: *Sur la préparation du bicarbonate de sodium.* L'auteur a déterminé, aux températures de 35° et 50°, les conditions d'équilibre entre les quatre sels de la réaction chimique : $ClNa + CO^3HNH^4 = ClNH^4 + CO^3HNa$ et leurs solutions saturées. — Mlle G. **Marchal**: *Sur la dissociation du sulfate de glucinium.* Le sulfate de glucinium se décompose suivant la réaction : $SO^4Gl_{sol} = GlO_{sol} + SO^3_{vap.}$; mais, aux températures des expériences, SO^3 lui-même est en équilibre avec SO^2 et O d'après l'équation: $2SO^3_{vap.} \gtrless 2SO^2_{gaz} + O^2_{gaz}$. L'auteur a déterminé, à un certain nombre de températures, les pressions partielles des produits gazeux et calculé les coefficients de l'équation d'équilibre. — MM. M. **François** et L. G. **Blanc**: *Sur une méthode de préparation des iodobismuthates d'alcaloïdes à l'état cristallisé.* Les auteurs ont obtenu ces corps à l'état cristallisé par une méthode analogue à celle qu'ils ont décrite pour les iodomercurates correspondants (voir p. 533). Les produits obtenus répondent à la formule $(BiI^3)^m$ (Alcal. HI)^n. — MM. H. **Gault** et T. **Salomon** : *Sur les éthers alcoylméthylpyridazinonecarboniques.* Ces produits s'obtiennent par action de l'hydrate d'hydrazine sur l'éther acétonylmalonique; par action de HCl étendu à chaud, ils se décomposent en donnant naissance aux acides α-alcoyllévuliques. — MM. G. **Vavon** et A. **Husson** : *Sur la catalyse par le noir de platine.* Le platine ayant absorbé 0,4 mg. de sulfure de carbone ne peut plus hydrogéner l'acétophénone, mais conserve ses vertus catalytiques vis-à-vis du cyclohexène. Chaque corps exige donc bien pour s'hydrogéner un platine d'activité supérieure à un certain minimum, minimum variable d'un corps à l'autre. — M. K. C. **Bailey** : *Sur la synthèse directe de l'urée à partir du gaz carbonique et de l'ammoniaque.* CO^2 et NH^3 traversant un tube chauffé au rouge forment de l'urée en petite quantité. L'auteur a constaté qu'en soumettant les gaz chauffés à un refroidissement brusque, le rendement en urée est notablement augmenté; en outre, la réaction paraît facilitée par la présence d'un catalyseur de déshydratation.

3° Sciences naturelles. — MM. M. **Gignoux** et P. **Fallot** : *Le Pliocène marin sur les côtes méditerranéennes de l'Espagne.* Les dépôts du Pliocène de la zone comprise entre Barcelone et Almeria se rapportent tous au Pliocène ancien classique; le Calabrien y est inconnu. Nulle part ces dépôts ne sont plissés; on y observe, par contre, des failles, sans doute en relations avec les centres éruptifs alignés le long de la côte. — MM. L. **Maquenne** et E. **Demoussy** : *Influence du calcium sur l'utilisation des réserves pendant la germination des graines.* La chaux est à peu près sans influence sur la solubilisation des réserves contenues dans la semence. Elle doit agir surtout sur la phase synthétique de la germination, comme adjuvant des diastases de condensation encore inconnues. — MM. R. **Chodat** et E. **Rouge** : *Sur la localisation intracellulaire d'une oxydase et la localisation en général.* Les auteurs décrivent une nouvelle méthode mettant en évidence la localisation du

ferment oxydant dans les plastides amylogènes du périderme de la pomme de terre et d'autres plantes. — M. **A. Guilliermond** : *Remarques sur la formation des chloroplastes dans le bourgeon* d'Elodea canadensis. Des coupes très minces, passant exactement dans l'axe du bourgeon, ont permis à l'auteur de distinguer dans les cellules du méristème les deux lignées de chondriosomes et de suivre leur évolution pendant tout le développement. — M. **G. André** : *Sur la filtration des sucs végétaux.* Le passage d'un suc végétal au travers d'une membrane de collodion appauvrit notablement ce liquide en azote et en phosphore en arrêtant les molécules les plus grosses; une température de 100° produit un effet analogue en ce qui concerne l'azote. — MM. **G. Bertrand** et **R. Benzon** : *Sur l'importance du zinc dans l'alimentatian des animaux. Expérience sur la souris.* Dans chaque série d'animaux expérimentés, ceux qui ont trouvé du zinc dans leur alimentation ont vécu plus longtemps que ceux qui n'en ont pas trouvé. L'importance du métal a été telle que 1,5 à 3 dixièmes de mg., ingérés pendant la durée totale de l'expérience, ont suffi à prolonger cette durée de 25 à 50 °/₀. — MM. **H. Vallée** et **H. Carré** : *Sur la contagiosité de la fièvre aphteuse.* La transmission de la fièvre aphteuse s'opère tout particulièrement bien aux premiers stades de l'infection; c'est qu'à ce moment les urines du malade sont déjà virulentes. Par contre, les auteurs ont relevé la disparition hâtive de la virulence dans la salive des animaux infectés et l'épuration rapide des étables et fumiers contaminés, sans le secours de la désinfection. — M. **G. Bourguignon** : *Double chronaxie et double point moteur dans certains muscles de l'homme.* Tous les extenseurs à l'avant-bras, sauf les radiaux, et le jambier antérieur à la jambe ont deux points moteurs, avec deux chronaxies et deux contractions de rapidité différente. La chronaxie la plus petite correspond à la contraction la plus rapide. La double chronaxie paraît répondre à une double fonction.

Séance du 7 Août 1922

1° Sciences mathématiques. — M. **Abramesco** : *Sur les développements en série à deux variables complexes suivant les inverses de polynomes donnés.* — M. **B. Baillaud** : *Sur un nouvel instrument des passages récemment installé à l'Observatoire de Paris.*

2° Sciences physiques. — M. **D. Yovanovitch** : *Sur les propriétés chimiques du mésothorium 2.* D'après les transformations radio-actives du thorium, le poids atomique du mésothorium 2 est de 228,12. Isotope avec l'actinium, il se rapproche par ses propriétés chimiques des terres rares. Le fractionnement régulier des nitrates doubles de terres rares et d'Am en présence de mésothorium montre toujours une accumulation de ce dernier du côté du lanthane; ses propriétés chimiques sont donc le plus rapprochées de celles du La. — M. **J. Orcel** : *Sur la composition chimique de l'aérinite.* Débarrassée des minéraux étrangers qui l'accompagnent, l'aérinite correspond à peu près à la composition $6SiO^2.2(Al,Fe)^2O^3.(Fe,Mg)O.1,5CaO.7H^2O+3Aq.$, qui en ferait un type nouveau de leptochlorite. L'analyse spectrale montre aussi la présence de Sr et de traces de Va.

3° Sciences naturelles. — M. **A. Azam** : *Sur la constitution et l'origine des limons de la plaine de Caen appelés rougeaut et fauvet.* Le rougeaut contient deux fois plus de carbonate de chaux que le fauvet, qui est lui-même loin d'être décalcifié. Le fauvet a été formé par l'altération sur place de l'argile callovienne qui recouvrait autrefois la région; le rougeaut résulterait du remaniement du fauvet, avec un apport d'éléments arrachés à un massif cristallin. — M. **J. Barthoux** : *Minéraux de la région d'Oudjda (Maroc).* L'auteur a trouvé dans une mine des environs d'Oudjda des cristaux de galène, vanadinite, pyromorphite, wulfénite, cérusite, dolomite, calcite et aragonite, dont il décrit quelques caractères particuliers. — M. **S. Winogradski** : *Sur la prétendue transformation du ferment nitrique en espèce saprophytique.* L'auteur conteste la découverte par M. Beijerinck d'une espèce ou forme nouvelle du ferment nitreux ou nitrique, dépourvue de pouvoir oxydant, et ayant passé à l'état de saprophyte banal. Rien ne prouve l'origine et la parenté étroite de la nouvelle espèce avec l'ancienne. Tout démontre, au contraire, que la nitratation est une fonction stable, inséparable de la croissance. — M. **J. Voicu** : *Influence de l'humus sur la sensibilité de l'*Azotobacter chroococcum *vis-à-vis du bore.* Sur milieu sans humus, où l'assimilation de l'azote est minime, l'effet du bore est insignifiant. Au contraire, sur milieu contenant de l'humus, même en petite quantité, et où, par ce fait, la fixation de l'azote se trouve augmentée, l'action toxique du bore se manifeste bientôt et s'accentue ensuite très nettement. — MM. **R. Maire** et **E. Chemin** : *Un nouveau Pyrénomycète marin.* Les auteurs ont étudié le champignon qui exerce une action destructive sur la Floridée marine *Dilsea edulis*. C'est un Pyrénomycète, avec périthèces, asques et spores, constituant un genre nouveau, qu'ils nomment *Mycaureola dilseae.* — M. **F. Granel** : *Structure et développement de la pseudobranchie des Téléostéens.* — MM. **P. Portier** et **M. Duval** : *Variation de la pression osmotique du sang de l'anguille en fonction des modifications de salinité du milieu extérieur.* La pression osmotique du sérum de l'anguille vivant dans l'eau douce normale est sensiblement plus élevée que celle de la carpe, téléostéen non adapté au changement de salinité. Dès que l'on dépasse la pression osmotique de l'eau de mer, la courbe se relève et rapidement apparaissent des troubles graves, avec altération des globules rouges, qui conduisent l'animal à la mort. — Mlle **T. Duboc** : *Action du tribromoxylénol sur les bacilles tuberculeux.* Le tribromoxylénol produit la disparition de l'acido-résistance, puis des formes bacillaires et enfin la dissolution complète. — M. **A. Trillat** : *Influence de l'humidité et de l'état vésiculaire sur la diffusion des gouttelettes microbiennes dans l'air.* Dans certaines conditions atmosphériques, les gouttelettes microbiennes produites par une intervention mécanique (pulvérisation, toux, parole, etc.) peuvent être transportées à une distance bien plus grande qu'on ne le supposait.

Séance du 16 Août 1922

1° Sciences mathématiques. — M. **M. de Sparre** : *Au sujet des dépressions résultant d'une rupture dans*

une conduite forcée. L'auteur étudie l'état intermédiaire qui se produit entre les deux régimes permanents avant et après rupture, et qui est la suite du coup de bélier négatif qui se produit au moment de la rupture. — M. **K. Popoff** : *Sur l'intégration des équations de la Balistique dans des conditions générales de la résistance.*

2° Sciences physiques. — MM. **P. Auger** et **F. Perrin**: *Sur les chocs entre particules α et noyaux atomiques.* Les auteurs ont utilisé la méthode de C.T.R. Wilson pour rendre visibles les trajectoires individuelles des particules α; ces trajectoires se terminent par un éperon quand il y a rencontre avec un atome. Dans un gaz formé d'atomes lourds à charge nucléaire élevée (argon, p. ex.), les éperons doivent être très petits et les déviations fréquentes. Quand la particule α heurte un noyau léger dans un gaz peu dense (hydrogène), l'éperon doit être important. Les expériences des auteurs confirment ces prévisions. — M. **I. N. Kugelmass** : *Un nouvel appareil : le néphélectromètre.* Cet appareil, formé d'une lampe électrique, d'une cuve et d'un cellule photo ou thermo-électrique, sert à comparer diverses solutions colloïdales en se basant sur leur indice de transparence, et peut être employé à l'étude des modifications de la stabilité des solutions colloïdales. — M. **A. Marcelin** : *Mesure de la pression des fluides superficiels. Etude détaillée de l'acide oléique.* Par de nouvelles expériences, l'auteur confirme l'existence d'une pression de saturation superficielle chez les « fluides à deux dimensions », constitués par certaines substances étendues sur l'eau en couche mince.

3° Sciences naturelles. — M. **F. Granel** : *Signification morphologique de la pseudobranchie des Téléostéens.* Partis d'une même ébauche que les feuillets respiratoires, les feuillets pseudobranchiaux se spécialisent très tôt par l'évolution de leurs lamelles vasculaires, aboutissant à la formation d'un épithélium acidophile qui leur est propre, et parce qu'elles perdent toute relation obligatoire avec l'épithélium branchial, contrairement aux lamelles respiratoires.

SOCIÉTÉ CHIMIQUE DE FRANCE

Séance du 28 Juillet 1922

MM. **Max** et **Michel Polonovski**: *Recherches dans la série de la pilocarpine.* Les auteurs ont étudié successivement les dérivés nitrés, puis les éthers chlorés de la pilocarpine et de l'isopilocarpine, puis un produit de condensation, l'isopilocarpinanile, enfin la métapilocarpine de Pinner. Ils soumettent ensuite à un nouvel examen toutes les anciennes hypothèses formulées au sujet de l'isomérie de la pilocarpine et l'isopilocarpine; ils combattent en général toutes les isoméries de position et mettent en évidence la parfaite analogie de ce problème avec l'isomérie bien connue de l'hyosciamine et de l'atropine, ce qui leur permet de conclure à une stéréoisomérie optique dont l'angle fonctionnel est le carbone asymétrique portant la fonction alcoolique. — MM. **A. Wahl** et **R. Lantz** : *Sur une nouvelle classe d'oxyarylnaphtylamines.* Tandis que les halogéno-α-naphtols réagissent avec les amines primaires pour donner lieu à des réactions complexes, les dérivés correspondants du β-naphtol, traités avec 5 parties d'une amine primaire entre 120° et 200°, éliminent totalement leur halogène en donnant un produit qui, traité par un acide minéral étendu, laisse les oxyarylnaphtylamines insolubles. — MM. **François** et **L. G. Blanc** : *Sur une méthode de préparation des iodomercurates d'alcaloïdes à l'état cristallisé.* La méthode est basée sur l'action dissolvante qu'exerce à chaud HCl sur ces corps laissés dans leur eau-mère et sur l'effet du refroidissement lent de la solution ainsi obtenue. Ces corps, de formule $(HgI^2)^n$ $(Alcal.HI)^m$, ne contiennent pas d'eau de cristallisation. — MM. **E. Fourneau** et **Sandulesco** : *Dédoublement des acides phénoxy et nitrophénoxy-propioniques.* Ces corps ont été dédoublés en leurs isomères actifs, le premier par la yohimbine, le second par la cinchonine et la strychnine. Contrairement à la règle générale, les acides racémiques fondent ici plus haut que leurs composants actifs.

SOCIÉTÉ DE BIOLOGIE

Séance du 24 Juin 1922

MM. **L. Camus** et **E. Gley** : *Action coagulante du liquide prostatique de la Viscache sur le contenu des vésicules séminales.* Le liquide prostatique de la Viscache agit sur le liquide des vésicules séminales de cet animal de la même manière que le liquide prostatique du Cobaye sur le contenu vésiculaire du Cobaye. Son action cependant est moins rapide et peut-être moins énergique, phénomènes dus, sans doute, à une moindre activité du ferment prostatique ou à la présence, dans la sécrétion de la prostate, d'une quantité moindre de ferment. La température de destruction du ferment paraît être de 75°. — MM. **L. Képinow** et **J. Metalnikow** : *Glande thyroïde et sensibilité des animaux tuberculeux envers la tuberculine.* Les animaux éthyroïdés et infectés de tuberculose ne réagissent pas par l'élévation de température à l'injection de la tuberculine, tout en conservant leur sensibilité à son action toxique. Le sérum d'un animal tuberculeux éthyroïdé, injecté à un animal normal, confère passivement à ce dernier l'aptitude à réagir par une élévation de température à l'injection de la tuberculine; le sérum des animaux tuberculeux éthyroïdés ne possède pas cette propriété. — MM. **H. Cardot** et **H. Laugier** : *Anesthésie et réflexe linguo-maxillaire.* L'étude des variations du réflexe linguo-maxillaire peut servir à suivre les phases et l'évolution de l'anesthésie et à en préciser à chaque instant la profondeur par un chiffre, tout au moins pour les anesthésiques (alcool-chloroforme, chloral) dont l'action tend à faire disparaître ce réflexe. — M. **M. Molliard** : *Influence de la nutrition azotée sur l'acidité des plantes supérieures.* Chez le radis et l'oseille, l'inanition partielle en azote, élément nécessaire au développement normal, amène, comme chez les champignons, des perturbations dans le phénomène respiratoire, se traduisant par une combustion incomplète. — MM. **L. Panisset** et **J. Verge** : *La toxicité du citrate de soudé chez les animaux.* Les organismes animaux, injectés directement dans la veine au moyen d'une solution stérile de citrate de soude,

présentent des accidents graves, de la nature d'un choc colloïdoclasique. L'injection intraveineuse de chlorure de calcium annihile la toxicité des solutions citratées. — MM. **W. Mestrezat, P. Girard** et **V. Morax** : *Recherches expérimentales sur la perméabilité cellulaire aux ions.* La perméabilité des tissus vivants, et, très vraisemblablement, celle des parois cellulaires, est une perméabilité *ionique* essentiellement *élective*. L'étude de la perméabilité cornéenne et de la résorption vasculaire au niveau de la chambre antérieure en fournit une double preuve. — MM. **L. Fournier, C. Levaditi** et **A. Schwartz** : *Du vanadium dans la syphilis expérimentale du lapin et dans la syphilis humaine.* Le vanadium est doué d'un pouvoir tréponémicide énergique, comparable à celui des deux autres corps de la même série, l'arsenic et le bismuth. Parmi les composés du Va, les tartrovanadates semblent les moins toxiques. — MM. **P. Carnot** et **F. Rathery** : *La sécrétion de l'urée, de NaCl et du glucose au cours des perfusions rénales.* Le rein, perfusé avec du sang complet, semble bien faire acte sécrétoire; le liquide excrété est limpide; l'urée subit toujours une concentration; les chlorures, une déconcentration; le glucose, le plus souvent une déconcentration, parfois une concentration.

M. **Ch. Richet fils** est élu membre titulaire de la Société.

Séance du 1er Juillet 1922

MM. **L. Camus** et **E. Gley** : *Le nerf sécréteur des glandes de Cooper.* Les auteurs ont réussi à provoquer la sécrétion des glandes de Cooper chez un Rongeur, la Viscache, et chez un Insectivore, le Hérisson, par faradisation d'un mince filet nerveux qui accompagne les vaisseaux que l'on trouve dans le hile de la glande. — MM. **E. Bardier** et **A. Stillmunkès** : *De la mort par l'adrénaline au cours de l'anesthésie chloroformique. Syncope cardiaque.* La mort des animaux chloroformisés (chien, chat), consécutive à l'injection d'une dose correspondant à environ 0,01 mgr. d'adrénaline par kgr., est le résultat d'une syncope cardiaque accompagnée de fibrillation. Il s'agit d'un phénomène périphérique consistant dans l'intoxication définitive du myocarde. — M. **R. Arnaud** : *La réaction du benjoin colloïdal dans le sang.* La réaction du benjoin colloïdal est applicable aussi bien à l'examen des sérums que des liquides céphalorachidiens. Plus simple que la réaction de Bordet-Wassermann, moins délicate que celle de Vernes, d'appréciation plus facile que celle de Sachs-Georgi, elle paraît tout aussi sûre. — M. **L. Képinow** : *Surrénales et anaphylaxie.* L'enlèvement de la majeure partie des glandes surrénales n'empêche pas, chez le cobaye, le choc anaphylactique lorsque l'injection préparante est faite après l'opération. Les cobayes à fonction surrénale insuffisante se montrent dans l'anaphylaxie active (mais non dans l'anaphylaxie passive) beaucoup plus sensibles au choc que les normaux. — MM. **H. Rouvière** et **E. Olivier** : *Faisceau maxillaire du styloglosse et signification du ligament stylo-maxillaire.* Le ligament stylomaxillaire est le reliquat de l'arcade tendineuse qui unit les faisceaux stylien et maxillaire du styloglosse et donne attache aux fibres intermédiaires aux deux chefs d'insertion de ce muscle. Quand le faisceau maxillaire disparaît, la partie correspondante de l'arcade tendineuse persiste et reste unie à la lame ou aux faisceaux fibreux qui proviennent de la régression des faisceaux charnus. — MM. **M. Labbé** et **F. Nepveux** : *Les réactions d'hyperglycémie provoquées par les ingestions d'albumines.* Les ingestions d'albumines chez les diabétiques provoquent généralement une réaction d'hyperglycémie, moins intense que celle provoquée par la dose équivalente de glycose, mais aussi rapide, et en général plus forte chez les diabétiques avec dénutrition azotée que chez les diabétiques sans dénutrition. — MM. **Ph. Pagniez, A. Ravina** et **I. Solomon** : *Influence de l'irradiation de la rate sur le temps de coagulation du sang.* L'irradiation de la rate produit une diminution considérable du temps de coagulation du sang et exceptionnellement un effet inverse d'accélération. Cette première irradiation est souvent suivie d'un état réfractaire en vertu duquel un nouvelle irradiation avec la même dose de rayonnement reste sans effet.

Séance du 8 Juillet 1922

M. **L. Képinow** : *Anaphylaxie chez les animaux éthyroïdés nourris avec de la thyroïde.* Les cobayes privés de leur glande thyroïde et ayant perdu l'aptitude à l'anaphylaxie active recouvrent cette aptitude si, pendant la période de sensibilisation, on supplée à la glande thyroïde absente par l'introduction *per os*, dans leur organisme, d'une préparation de cette glande. — MM. **M. de Oliveira** et **J. R. Pérez** : *Action du quinosol sur le sérum normal de cheval et sur le sérum hémolytique.* Même après un contact prolongé, le quinosol (sulfate neutre d'*o*-oxyquinoléine) employé comme conservateur n'apporte aucune modification profonde aux sérums; en particulier, dans les sérums spécifiques, il laisse intacts certains anticorps, notamment les anticorps hémolytiques. *Action inhibitrice du quinosol sur le développement des microbes dans les cultures et action antiputride.* Le quinosol empêche le développement des microbes à des doses variant de 1/180.000 à 1/400.000. Il exerce une action antiputride à la dose de 1/5.000. — M. **L. Lapicque** : *Sur la cadence de l'influx moteur volontaire.* L'auteur considère comme impossibles les fréquences de 300 à 500 par seconde admises par M. Athanasiu à la suite de ses recherches. Les graphiques de cet auteur représenteraient, non le rythme propre de l'influx volontaire, mais l'intrication plus ou moins régulière d'une série d'influx rythmés chacun à la cadence de quelques dizaines seulement par seconde. — M. **J. Nageotte** : *La boule d'œdème de Ranvier et la disposition de la trame dans le tissu conjonctif sous-cutané.* En comprimant longuement une boule d'œdème, on peut l'aplatir et ramener le tissu à sa forme première; si alors on fixe la pièce, et si on l'inclut à la paraffine, on retrouve dans les coupes les lamelles, sous une forme semblable à celle que l'on observe dans les tissus fixés intacts. Le tissu conjonctif n'est donc autre chose qu'un feutrage de fibrilles groupées en faisceaux et en réseaux de divers ordres.

ACADÉMIE D'AGRICULTURE

Séance d'Avril 1922

M. **H. Petit** lit un mémoire *sur les débuts de la distillerie agricole*. Des épidémies d'oïdium vers 1850 amenèrent une grande hausse des alcools de vin. Ce fut le point de départ de la grande production des alcools d'industrie, et notamment de l'alcool de betterave. L'invention qui rendit célèbre Champonnois consistait à extraire le sucre par macération des betteraves en employant comme liquide extracteur les vinasses résidu de la distillation, et en laissant des pulpes comme sous-produit utilisable dans l'alimentation du bétail. Les premières distilleries furent installées comme annexes des exploitations agricoles et donnèrent de suite des résultats encourageants. Il y avait 12 distilleries en 1854 et 300 en 1860, 600 en 1864. La baisse de prix des alcools enraya alors la multiplication des usines, d'autant plus que chacune d'elles avait une production annuelle parfois 3 ou 4 fois plus considérable qu'au début. La production de la viande d'une ferme s'y était accrue de 120 °/₀. La valeur des produits de la ferme avait triplé, le capital d'exploitation avait doublé. L'intérêt de ces distilleries à la ferme réside surtout dans le fait qu'elles y laissent les richessses minérales prélevées par les gros rendements de la betterave. Le résultat s'en est fait sentir sur le rendement du blé à l'hectare qui augmenta dans un groupe de 500 fermes de 30 °/₀, alors que l'effectif du bétail était doublé et le personnel triplé. C'est un exemple très remarquable d'une industrie rurale transformant l'exploitation agricole d'une région. — **M. Rabaté** présente une note sur la *Culture des betteraves porte-graines dans le sud-ouest*. On pratique cette culture après celle du Maïs et on la fait suivre du Blé. Le climat doux du Béarn permet à la betterave de grainer sans transplantation deux ou trois fois. Cela donnait par an, en 1921, 3.000 à 5.000 à l'ha. L'usine d'Orthez a épuré et desséché 500 tonnes environ. Cette introduction va influencer favorablement l'agronomie de la province et augmenter ses possibilités d'alimentation animale. — **M. Descours-Desacres** appelle l'attention sur la *méthode de drainage basée sur l'utilisation des puisards*. Elle s'applique aux terrains marécageux qui n'ont ni pente ni perméabilité. En creusant les puisards assez profonds, on arrive à toucher souvent une zone très perméable et absorbante. Il faut au moins un puisard par hectare pour évacuer le contenu des drains qui viennent y déboucher. M. **F. Diénert** signale les inconvénients des puisards : les eaux louches les colmatent très vite ; il peut se produire des effondrements des terres ; on ne sait qu'à l'usage si le puisard paye la dépense faite ; parfois on rencontre une nappe d'eau captive ; si le puisard est profond, il est souvent très onéreux. En somme la méthode comporte des aléas nombreux. — **M. H. Sagnier** a rendu compte à l'Académie des résultats obtenus dans la Suisse Romande par les *Moulins coopératifs*. Voilà une idée réalisée et dont les résultats méritent d'autant plus d'être connus que l'on s'est fait généralement à cette conclusion que la grande minoterie industrielle ne permet plus le moulin villageois. L'oppression de la minoterie suisse importatrice, qui achetait au rabais les céréales indigènes, a suscité l'organisation de moulins coopératifs, qui ont grandement relevé le prix des blés indigènes. En 1913 il y avait dans la Suisse Romande 30 moulins coopératifs fédérés en une Union qui aujourd'hui groupe 5.000 producteurs. Le moulin travaille à façon. Il a un stock de farine et de son qui lui permet de livrer de suite la farine à celui qui apporte du blé. En 1920, 40 moulins ont travaillé environ 16.000 tonnes de farine. Ce qui est plus moderne, c'est que quelques moulins ont poussé l'industrialisation jusqu'à la panification, en joignant au moulin une boulangerie mécanique. C'est peut-être là la voie qui réalisera la grande boulangerie industrielle qui est attendue. Si l'on se place au point de vue du producteur, le moulin coopératif a pu acheter son blé à un taux supérieur à celui des blés étrangers, ce qui est l'inverse de l'ancienne situation. Au point de vue du consommateur, celui-ci n'a rien déboursé en plus, et il peut entrevoir dans la grande boulangerie coopérative un avantage à venir. Au point de vue financier, il y a depuis 1910 des dividendes de 6 °/₀ avec amortissement complet des capitaux engagés. Les chiffres accusent une situation prospère. — M. le **Dr Maisonneuve** publie un compte rendu de la 6e année d'*Expériences sur la culture de la pomme de terre au moyen de petits fragments*. Il enregistre la supériorité constante obtenue par la méthode de fragmentation, et cela quelle que soit la variété employée. En poids et en argent, le rendement est majoré de plus de 1/3. Il préconise la plantation de fragments portant 2 germes et placés en ligne à 12 cm. seulement. — M. le **Dr J. Lipmann** a exposé *l'évolution et l'état actuel de l'agriculture américaine*. De 1850 à 1920 le nombre des fermes a passé de 1.500.000 à 6.500.000 et les cultures de 117 à 382 millions d'hectares. La superficie moyenne de chaque ferme a diminué de 81 à 59 ha. et le pourcentage des exploitations améliorées est de 53 °/₀. La production fourragère est en grand accroissement de 300 °/₀ depuis 1879 jusqu'à 1919. La production du blé, de l'avoine et du coton dans cette même période a plus que doublé ; le seigle, l'orge et la pomme de terre ont quadruplé leurs emblavures. Le peuple des Etats-Unis considère maintenant avec beaucoup d'attention le problème de la terre au point de vue du développement de sa population, qui de 106 millions aujourd'hui pourra passer à 500 et se suffire avec la production locale. Le nombre des problèmes agronomiques posés et parfois résolus par les travaux des Instituts scientifiques est considérable. Il y a eu un effort scientifique continu que nous suivons depuis trente ans, et qui est admirable. — M. **L. Lindet** expose une *méthode d'extraction du sucre des mélasses* à l'aide de la baryte. On obtient du saccharate de baryum que l'on passe au filtre-presse et les eaux désucrées sont employées comme engrais. L'emploi du silicate tribarytique, préconisé par MM. Deguide et Paul Baud, permettra d'augmenter de 15 °/₀ le sucre extrait de la betterave. Si l'on note que les mélasses renferment 45 °/₀ de sucre environ, on comprend l'intérêt pratique d'une méthode de récupération de ce sucre. Un traitement journalier de 50 tonnes de mélasses demande 40 tonnes de silicate barytique.

Les auteurs de ce procédé se demandent même si le faible prix du silicate ne pourrait pas permettre son emploi direct à la défécation des jus dès leur sortie des batteries de diffusion. Ce serait une révolution dans l'industrie sucrière. — *L'expansion de la race bovine charolaise* a été étudiée par M. **Bidet**. Il ne semble pas que l'exportation de cette race soit facile à réaliser, comme le fait observer M. Massé. — M. **Sémichon**, dans un mémoire sur *les vins de lies et les lies de vin*, donne des résultats analytiques précieux à comparer avec ceux qui concernent les vins de soutirage; on y note particulièrement une diminution de 2° du titre alcoolique, la constance des acidités, une augmentation d'au moins 50 % de l'extrait sec, une augmentation légère des cendres au bénéfice des éléments insolubles, une diminution des 2/3 de l'alcalinité des cendres, une diminution du tartre de plus de 50 %, l'augmentation doublée de l'acide phosphorique, et une diminution de 50 % du rapport alcool-extrait.

Ed. Gain.

SOCIÉTÉ ROYALE DE LONDRES

Séance du 30 *Mars* 1922

Sciences naturelles. — Mlle **A. Arber** : *Sur le développement et la morphologie des feuilles de palmiers.* La tige de la feuille est la région basale ou proximale du vrai pétiole, tandis que l'« éventail » est une modification de la région distale du vrai pétiole. La dentelure complexe du limbe provient du développement d'une série d'invaginations pénétrant dans le tissu de la tige de la feuille entre les faisceaux. La « ligule » et l' « écaille dorsale » des palmes de l'éventail représentent les bords distaux adaxiaux et abaxiaux de la région proximale non invaginée du pétiole. La feuille de palmier, dans son ensemble, est un phyllode pétiolaire, avec une pseudo-lamina. — M. **W. L. Balls** : *Nouvelles observations sur la structure des parois cellulaires telle qu'on l'observe dans la fibre de coton.* Les anneaux de croissance journalière consistent en un grand nombre de fibrilles, arrangées en spirales, avec de fréquents renversements de la direction des spires. Cet arrangement est prédéterminé, pour la cellulose secondaire des anneaux de croissance, par le modèle initial déposé dans la paroi primaire. Les fibrilles individuelles ont une section de l'ordre de 0,05 micron carré. — M. **W. G. Ridewood** : *Observations sur le crâne des fœtus de baleines des genres* Megaptera *et* Balaenoptera. — M. **H. E. Roaf** : *L'acidité du muscle pendant la contraction prolongée.* L'enregistrement des variations électriques par une électrode de MnO^2 combinée à une électrode de calomel montre que : 1° dans un muscle vératrinisé, l'acidité persiste autant que la tension; 2° dans la rigidité après décérébration, l'inhibition réflexe est accompagnée d'une diminution de l'acidité. L'acidité et la tension sont donc en relation et un seul mécanisme peut rendre compte à la fois du tétanos et du tonus. — MM. **L. T. Hogben** et **F. R. Winton** : *Le système agissant sur la pigmentation.* I. Le lobe postérieur de la glande pituitaire contient un stimulant spécifique qui, injecté à la grenouille, provoque un état de dilatation générale et complète des mélanophores dermiques. Une faible dose produit un noircissement de la peau facilement visible à l'œil nu. Ce stimulant n'est pas détruit par la pepsine ni par l'ébullition; il est rapidement détruit par la trypsine. Après action de la cocaïne, du curare, de l'atropine et de l'apocodéine, il provoque toujours sa réponse caractéristique et agit donc directement sur les mélanophores.

Séance du 6 *Avril* 1922

1° Sciences mathématiques. — M. **C. Spearman** : *Corrélation entre rangs dans une table de corrélations.* — M. **G. I. Taylor** : *Stabilité d'un liquide visqueux contenu entre deux cylindres en rotation.* — M. **W. L. Balls** : *Appareil pour déterminer mécaniquement une déviation type.* — M. **G. R. Goldsbrough** : *La cause de la division d'Encke dans l'anneau de Saturne.* Un satellite doit, par son orbite inclinée seule, produire une nouvelle division dans le système annulaire. Si ce satellite est Minas, il produit une division étroite correspondant exactement à celle d'Encke. De même, Encelade doit produire une division dans l'anneau B, mais celle-ci est presque inobservable.

2° Sciences physiques. — M. **F. E. Smith** : *Sur une méthode électro-magnétique pour la mesure de l'intensité horizontale du champ magnétique terrestre.* Un dispositif de bobines d'Helmholtz-Gaugain, constitué par deux spirales intercalées de fil de cuivre nu enroulées sur un cylindre de marbre, sont montées de chaque côté du centre. Chaque bobine comprend 6 tours; elle a un rayon de 30 cm. et un pas de $1\,^2/_3$ mm. Le cylindre est monté sur une base non magnétique et peut tourner autour d'un axe vertical. L'aimant placé au centre a une longueur de 1 cm. et une section d'environ 6 mm^2 ; il est supporté sur un V en feuille d'aluminium par une fibre de quartz fine, portant un miroir réfléchissant et un système amortisseur. L'aimant peut être enlevé facilement de son support et remplacé par un fil de cuivre de poids égal. On amène le champ magnétique axial dû au courant passant dans la bobine à une valeur légèrement supérieure à H, sa composante dans le méridien magnétique étant opposée à H. Par ajustement de l'angle α entre l'axe du cylindre et la direction du Nord magnétique, on amène l'aimant indicateur à angle droit avec le méridien. En éliminant la torsion, $H = Fi \cos \alpha$, où F est une constante du système de bobine et i le courant. Une détermination de H demande moins de 4 minutes. L'erreur probable est de $\pm$ 4/100.000. — M. **T. H. Havelock** : *Formules de dispersion et polarisation de la lumière diffractée; application à l'hydrogène.* Les formules établies théoriquement par l'auteur donnent des valeurs qui concordent avec les résultats expérimentaux de Lord Rayleigh pour l'hydrogène.

Le Gérant : Gaston Doin.

Sté Gle d'Imp. et d'Ed., rue de la Bertauche, 1, Sens

33e ANNÉE N° 19 15 OCTOBRE 1922

Revue générale des Sciences pures et appliquées

FONDATEUR : LOUIS OLIVIER

DIRECTEUR : J.-P. LANGLOIS, Professeur au Conservatoire national des Arts-et-Métiers, Membre de l'Académie de Médecine

Adresser tout ce qui concerne la rédaction à M. J.-P. LANGLOIS, 8, place de l'Odéon, Paris. — La reproduction et la traduction des œuvres et des travaux publiés dans la *Revue* sont complètement interdites en France et en pays étrangers y compris la Suède, la Norvège et la Hollande

CHRONIQUE ET CORRESPONDANCE

§ 1. — Nécrologie

Emilio Noelting (1851-1922). — C'est avec de vifs regrets qu'on aura appris la mort, survenue le 7 août 1922, à l'âge de 71 ans, du grand savant et de l'excellent homme que fut Emilio Noelting. Ses belles et grandes qualités avaient su inspirer à toutes ses relations des sentiments d'estime et d'affection bien mérités.

Si sa courtoisie, sa constante et sincère affabilité et sa charmante générosité lui assuraient toutes les sympathies, son œuvre poursuivie avec tant de succès et de dévouement avait fait de lui l'éminent chimiste, l'homme de science, le maître et le savant de bon conseil, celui auquel chacun s'adressait sûr de recevoir le meilleur accueil.

Chimiste avant tout, il s'était fait un devoir de suivre, durant sa longue et belle carrière et dans tous les domaines, le principe qui fut pour ainsi dire sa devise[1] : « voir les réactions telles qu'elles sont, et non pas telles qu'on voudrait qu'elles fussent ».

Ce principe, caractéristique expressive de probité et de loyauté, Emilio Noelting, professeur, l'inculquait magistralement à ses élèves.

Emilio Noelting, né le 8 juin à Puerto de Plata, République de St-Domingue, était de nationalité américaine. Il fit ses études secondaires à Ste-Barbe et à Louis-le-Grand. C'est là qu'il s'imprégna de la culture classique française et qu'il puisa sa sympathie pour la France qui ne s'est jamais démentie.

Il continua ses études à Zurich, au Polytechnikum, où il fut l'élève de l'illustre chimiste alsacien Emile Kopp, pour lequel il garda, sa vie durant, une vive admiration et une sincère reconnaissance. Imprégné, en outre, de la science enseignée par des hommes comme Wislicenus, Merz, Weith, Brunner et Victor Meyer, Emilio Noelting ne tarda pas à se faire remarquer par son talent et ses aptitudes hors ligne. Il se distingua rapidement et tout particulièrement lors de la soutenance de sa thèse de doctorat, qui traitait le problème de la « constitution des dérivés du benzol ». Ce travail, témoin d'un don de démonstration remarquablement claire et convaincante, était de bon augure.

En automne 1875, E. Noelting entra comme chimiste dans la maison Renard, Villet et Bunaud à Lyon; il y resta deux ans pour aller en 1877 à La Plaine chez Monnet. Ses débuts dans l'industrie furent des plus heureux ; ils étaient accompagnés de beaux succès, par la découverte de l'érythroxine, de la phloxine, du rose Bengale et de la cyancrine (Schultz 1914 : nos 591, 593, 593, 595).

En 1880 il fut appelé à l'Ecole de Chimie de Mulhouse.

C'est là qu'Emilio Noelting, directeur et professeur, a atteint, par un labeur de 35 ans, l'apogée de sa carrière.

C'est lui qui fit grandir et prospérer l'Ecole de Mulhouse et c'est à lui qu'elle doit sa réputation mondiale.

C'est aussi à l'Ecole de Mulhouse qu'Emilio Noelting rendit ses services éminents à la Science et à l'Industrie.

Elargissant, par ses nombreux travaux, le champ de nos connaissances, contribuant puissamment par son don de démonstration précise et probante, par son ardeur raisonnée, par ses intéressantes et continuelles suggestions à la formation d'une nombreuse phalange

1. « *L'Express de Mulhouse* » du 9 juin 1921 : Le 70e anniversaire de M. Noelting.

de chimistes appréciés, Emilio Noelting a bien mérité de la science.

Le Gouvernement français le nomma longtemps avant la guerre officier de la Légion d'honneur. Nombreuses furent les distinctions de reconnaissance que lui décernèrent les sociétés scientifiques.

M. Battegay,
Professeur à l'Ecole supérieure de Chimie de la Ville de Mulhouse.

§ 2. — Mathématiques

La généralisation des fonctions analytiques. — Parmi toutes les fonctions de variables réelles, les fonctions analytiques peuvent être définies par le double fait :

qu'elles admettent des dérivées de tous ordres ;

que la dérivée n^e croît plus lentement, en fonction de n, que l'expression $A^n n!$, A désignant une constante.

De telles fonctions peuvent être *prolongées analytiquement*, c'est-à-dire que, si on connaît les valeurs de l'une d'elles dans une partie (a, c) de l'intervalle (a, b) dans lequel elles satisfont à la double condition précédente, ses valeurs dans la partie restante (c, b) sont par cela même parfaitement déterminées : il suffit même, pour cela, que l'on connaisse en c les valeurs numériques de la fonction et de toutes ses dérivées.

M. Borel a, depuis longtemps déjà, montré que certaines classes de fonctions autres que les fonctions analytiques partagent avec elles cette propriété de se prolonger d'une manière unique, de telle sorte qu'on ne puisse se donner leurs valeurs dans un intervalle (a, c), sans que leurs valeurs dans un intervalle adjacent (c, b) soient, en conséquence, parfaitement déterminées.

La théorie des équations aux dérivées partielles conduisit à voir les choses sous un jour nouveau, en introduisant des classes de fonctions (« classes α ») dont la définition est très analogue à celle des fonctions analytiques. Elles sont, en effet, caractérisées, comme celles-ci, par l'existence de dérivées de tous les ordres assujetties à une limitation de croissance, mais moins restrictive que dans le cas des fonctions analytiques, savoir

$$| f^{(n)}(x) | < K(n!)^{\alpha}$$

K étant une constante positive et α une constante *plus grande*[1] *que* 1.

Or une telle limitation, contrairement à ce qui arrivait pour $\alpha = 1$, *ne suffit pas à entraîner l'unicité du prolongement analytique.* Une fonction peut avoir des dérivées de tous les ordres vérifiant l'inégalité précédente et s'annulant toutes pour $x = 0$, sans être identiquement nulle dans l'intervalle (0, 1), par exemple.

La question se posait dès lors tout naturellement de savoir quelles sont les fonctions $\varphi(n)$ telles que l'inégalité

$$| f^{(n)}(x) | < \varphi(n),$$

vérifiée pour toute valeur de n et pour toutes les valeurs de x comprises dans l'intervalle (0, 1), entraîne l'évanouissement identique de $f(n)$ si toutes les quantités $f^{(n)}(0)$ sont nulles. On pouvait même se demander si l'on pouvait, pour une telle fonction $\varphi(n)$, admettre une loi de croissance plus rapide que $A^n n!$, c'est-à-dire que celle qui correspond aux fonctions analytiques.

C'est à cette question que les notes de notre compatriote M. Denjoy et d'un jeune géomètre suédois, M. I. Carleman, ont eu pour objet de répondre. Ces travaux ont établi que *la fonction $\varphi(n)$ remplit nécessairement la condition demandée si la série $\sum \frac{1}{\sqrt[n]{\varphi(n)}}$ est divergente.*

On peut, par exemple, prendre $\varphi(n) = n! (\log n)^n$, quantité qui croît plus vite que $A^n n!$, quel que soit A.

Il resterait à examiner si la réciproque de cette proposition est vraie, c'est-à-dire si à toute fonction $\varphi(n)$ telle que la série $\sum \frac{1}{\sqrt[n]{\varphi(n)}}$ soit convergente, si lente que soit cette convergence (supposée régulière), on peut faire correspondre une fonction f, non identiquement nulle, mais s'annulant cependant, avec toutes ses dérivées, pour $x = 0$ et satisfaisant, pour $0 < n \leq 1$, à l'inégalité $| f^{(n)}(x) | < \varphi(n)$, quel que soit n.

Dans une note récente, M. Carleman élargit la question d'une manière tout à fait remarquable en en rapprochant celle des développements asymptotiques, autrement dit des séries de Taylor à rayon de convergence nul de M. Borel. Soit, en effet, $f(z)$ une fonction représentée asymptotiquement, de manière que la somme $f_n(z)$ des n premiers termes en soit une expression approchée pour z très petit : M. Carleman imagine qu'on se donne l'ordre de grandeur de l'erreur commise en fonction de n et cherche quelles conditions il faudra imposer à cet ordre de grandeur pour que (le développement asymptotique étant donné d'autre part) $f(z)$ soit déterminé.

En même temps, l'auteur annonce qu'il a obtenu d'importantes simplifications dans la démonstration de ses résultats précédents.

Rappelons, en terminant, qu'un autre aspect de la question est encore donné par le si curieux théorème de M. Serge Bernstein, d'après lequel, *pour qu'une fonction soit analytique dans un intervalle, il suffit que toutes ses dérivées existent et soient positives dans cet intervalle,* sans qu'on ait alors besoin de faire aucune hypothèse sur leur ordre de grandeur.

§ 3. — Chimie physique

Perméabilité sélective des membranes polarisées. — M. Pierre Girard[1] a établi la propriété suivante :

Soit un couple liquide constitué par deux solutions, inégalement concentrées, d'un électrolyte acide ou basiques, et soit Π la tension de ce couple, mesurée par la méthode d'opposition, avec l'électromètre capillaire comme appareil de zéro. Si, entre les éléments du couple, on interpose un septum en vessie de porc, très soigneusement débarrassé de toute trace d'électrolyte, la tension devient Π', plus grande ou plus petite que Π.

1. Cette même inégalité, pour $0 \leq \alpha < 1$, caractériserait les fonctions entières de genre fini.

1. *Journal de Chimie Physique*, novembre 1919.

Si le couple est constitué par deux solutions d'inégale concentration d'un électrolyte exactement neutre, l'interposition du septum ne modifie pas la tension.

La présence, dans un au moins des éléments du couple liquide, d'ions H+ ou d'ions OH— est donc la condition nécessaire pour que le cloisonnement de ce couple par un septum en modifie la tension, qu'il l'accroisse ou qu'il l'abaisse. Dans le cas de solutions acides, tout se passe comme si la face du septum, en contact avec la solution la plus concentrée, fixait des ions H+, la face opposée se revêtant d'un même nombre de charges de signe inverse : il y a diminution de la différence de potentiel entre les deux solutions par interposition du septum. Dans le cas de solutions basiques, la face du septum, en contact avec la solution la plus concentrée, se revêt d'ions OH—, la face opposée d'une couche formée d'un nombre égal de charges positives : il y a accroissement de la différence de potentiel par interposition du septum.

M. J. Perrin[1] a établi autrefois, au cours de ses recherches sur l'électrisation des parois par contact, le rôle tout à fait prépondérant, presque exclusif, qu'y jouent les ions H+ et les ions OH—. Ces ions sont de beaucoup les plus mobiles, ce qui aide à comprendre leur facile absorption par les parois en contact avec les solutions qui les recèlent.

M. Li Shou Houa[2] a étudié les phénomènes qui se produisent lorsqu'on interpose un septum entre de l'eau pure et une solution complexe constituée par un sel neutre, très dissocié, et un acide fort, également très dissocié.

Si la solution diffusante contient, par exemple, un mélange de $BaCl^2$ et de HNO^3, à des concentrations telles que le nombre d'anions Cl— soit égal au nombre d'anions NO^3— et le nombre de cations Ba++ à la moitié du nombre de cations H+, on observe que le nombre d'ions Ba++ diffusés, à quelque anion qu'on le rapporte (NO^3— ou Cl—), est toujours très inférieur à ce qu'exigerait l'équivalence chimique (alors qu'à travers une membrane soigneusement débarrassée de toute trace d'électrolytes, le Cl— et le Ba++ d'une solution de $BaCl^2$ neutre diffusent en proportions exactetement équivalentes. Des ions Ba++ sont donc arrêtés dans la solution, au voisinage de la membrane polarisée. L'anion de l'acide aussi bien que celui du sel diffusent en excès par rapport à l'ion Ba++. Comme il ne peut y avoir un excès d'ions d'un certain signe dans la solution qui diffuse, la compensation s'établit par le passage d'un excès d'ions H+. Du point de vue chimique, tout se passe comme si l'addition d'un sel de Ba à une solution d'un acide fort accroissait notablement la diffusion des ions H+ à travers le septum.

C'est ce que l'expérience vérifie très bien, lorsqu'à travers une membrane de même nature et de même section, à la même température, on fait diffuser corrélativement, pendant le même temps, une solution d'un acide fort et une solution de cet acide additionné d'un sel de Ba.

1. *Journal de Chimie physique*, 1904, t. II, p. 601 et suiv.
2. *Annales de Physique*, mai-juin 1922.

Le septum polarisé se comporte en somme comme un modificateur sélectif de la mobilité des cations.

De même, pour des anions de mobilités très voisines, on a constaté une différence très nette dans les débits. Voici l'ordre des vitesses de passage pour quelques anions :

$$Cl^- > I^- > NO^{3-} > CCl^3CO^{2-}.$$

Il faut renoncer, pour expliquer ces inégalités, à l'hypothèse de l'entrée en jeu du facteur *dissociation* et d'une relation d'équilibre qu'on pourrait se représenter comme un obstacle à la diffusion entre les molécules entières et leur fraction dissociée. Il semble que ce soit un facteur en quelque sorte morphologique, la complexité de l'ion, liée au volume qu'il occupe, qui conditionne ces écarts. La comparaison de NO^3— avec Cl— et I— d'une part et avec CCl^3CO^2— d'autre part est bien conforme à ce point de vue.

La conséquence du « tri », qui s'effectue au niveau du septum polarisé, est l'apparition, dans les deux milieux que ce septum sépare, de groupements ioniques nouveaux.

Lorsque dans la solution figure un acide très faible, très peu dissocié, HCOOH, en présence d'un sel très dissocié $(NO^3)^2Ba$, l'obstacle apporté par la polarisation des septums au passage des cations du sel, et la nécessité d'équilibrer dans le milieu de diffusion l'excès des anions diffusés, entraîne l'apparition, de l'autre côté, d'un acide fort dissocié, NO^3H. Du point de vue réactionnel, ce résultat, qui équivaut dans le langage de l'ancienne chimie au déplacement d'un acide fort par un acide faible, est tout à fait imprévisible.

Dans le monde animal et végétal, les parois des tissus et des cellules vivantes nous offrent des exemples analogues de perméabilité sélective aux ions. D'autre part, l'étude du déplacement dans un champ électrique de cellules autonomes, en suspension dans leur milieu, nous révèle, au niveau de leurs parois, l'existence de ces mêmes couches doubles qui conditionnent l'état de polarisation des septums; il paraît donc naturel de penser que les mêmes facteurs jouent dans le triage des ions, au niveau des parois vivantes, un rôle sinon exclusif, du moins prépondérant.

Les conséquences de cette perméabilité seront l'apparition dans les milieux vivants (milieu cytoplasmique et milieu extérieur) d'autres états d'équilibre et de nouveaux groupements ioniques qu'une interprétation purement réactionnelle ne pourrait expliquer[1].

A. B.

1. Il y a, dans le liquide intérieur des cellules des glandes gastriques, des ions H+ et Cl— en quantités suffisantes pour faire une solution de HCl de concentration d'environ $\frac{1}{5}$ normale, alors qu'avec la très petite teneur du sang en ions H+ provenant de la dissociation de l'acide carbonique et des molécules d'eau, il n'y aurait de quoi faire que des traces indécelables d'HCl.

On supposait autrefois qu'il y avait : 1° accumulation de composés chlorés (NaCl) dans les cellules gastriques ; 2° déplacement de HCl par un autre acide. Malheureusement le seul acide offert par l'organisme est l'un des plus faibles que nous connaissions, l'acide carbonique. La réaction admise est impossible *in vitro*. On a supposé pendant longtemps, sans aucune preuve, qu'elle se produisait *in vivo*.

§ 4. — Chimie industrielle

Un nouveau solvant industriel pour l'extraction des matières grasses végétales. — L'extraction des huiles laisse des résidus qui contiennent encore une certaine quantité de matière grasse. Les tourteaux d'olives, par exemple (en langage technique *grignons noirs*), représentent environ 33 à 45 °/₀ du poids des fruits, soit 35 à 45 tonnes dans un petit moulin qui travaille seulement 100.000 kg. d'olives. C'est là une masse encombrante, mais qui est loin d'être sans valeur, puisqu'on y dose encore de 9 à 14 °/₀ d'huile rapportée à la matière sèche.

Pour récupérer une partie de cette huile qui a échappé à l'action de la presse, les grignons sont parfois traités dans un atelier adjoint au moulin proprement dit, en employant le procédé dit de la « *ressence* ».

Les résidus des scourtins (sacs dans lesquels on avait mis les olives écrasées pour les presser) sont broyés à sec, puis détrempés, et, enfin, agités dans de l'eau, pour laisser tomber au fond du récipient les débris de noyaux, ou grignons blancs, tandis que le courant liquide entraîne la pulpe, qui seule est imprégnée de graisse.

Cette pulpe est « cueillie » dans une série de bassins de décantation disposés en gradins, et après l'avoir fait bouillir avec de l'eau, on la presse fortement. On obtient ainsi un poids d'huile qui représente 2 à 5 °/₀ de celui des grignons.

Ce procédé exige beaucoup d'eau, plutôt rare dans la région de l'olivier, et une installation assez compliquée de broyeurs, débrouilloirs, pompes, bassins, chaudières, presses, etc. L'huile obtenue peut être vendue pour les usages comestibles, quand les grignons sont traités encore frais. Mais, le plus souvent, on ne procède à son extraction qu'à la fin de la « campagne », c'est-à-dire quand il n'y a plus d'olives à cueillir sur les arbres ; et alors, les tourteaux, généralement mal conservés, sont plus ou moins altérés, et l'huile qu'ils donnent ne peut servir que pour des emplois industriels.

Les pulpes de ressence contiennent encore, après pressurage, 18 à 22 °/₀ de matière grasse; aussi les livre-t-on à des industriels spécialistes qui les épuisent par les dissolvants volatils, sulfure de carbone, essence de pétrole, benzine, etc. Et, même dans bien des situations, où l'eau et la main-d'œuvre font défaut, les tourteaux sont vendus directement aux usiniers, sans passer par la ressence, et les dissolvants en tirent 7 à 10 °/₀ d'huile, les résidus servant de combustible.

Il est à remarquer que les huiles ainsi obtenues ne sont pas moins parfois livrées pour la consommation de la table, après avoir subi certains traitements, où l'on fait intervenir la soude, la terre à foulon, le permanganate de potassium, le noir animal, la vapeur d'eau, etc.

On comprend l'intérêt qu'il y aurait, pour les oléiculteurs groupés en coopératives de production, à épuiser eux-mêmes complètement les grignons frais, et à obtenir de l'huile, inférieure sans doute, mais comestible.

M. Bonnet, directeur du Service de l'Oléiculture à Marseille, a imaginé un procédé expérimenté avec succès à l'Huilerie coopérative de Nîmes, qui permet, dit-il, d'arriver à ce but.

Son *extracteur d'huile*, assez simple et relativement peu coûteux, est apte à fonctionner dans tous les moulins à huile, car il utilise un dissolvant qui ne fait courir aucun risque d'incendie ou d'explosion, chose à considérer dans un milieu où il serait difficile de faire prendre aux cultivateurs, aux fumeurs en particulier, les précautions nécessaires, et pour éviter, aussi, les accidents que pourrait occasionner la proximité de fourneaux à feu libre utilisés pour la production de l'eau chaude. D'ailleurs, l'emploi de dissolvants inflammables obligerait tous les maîtres de moulin à subir des contrats d'assurance très onéreux.

Il s'agit du *trichlorure d'éthylène* (triéline, ou simplement tri). Ce produit est cher (2 fr. 50 à 3 fr. 90 le litre), et il n'est guère sorti du domaine des laboratoires. Mais la vulgarisation de son emploi intensifiera sa production, ce qui, probablement, abaissera son prix de revient. Ce côté économique n'est, d'ailleurs, pas un obstacle dans les usines rurales, où l'on dispose sur place de la matière première à traiter, les grignons, ou encore les *pépins de raisin*, que les industriels, eux, sont obligés d'amener à grands frais à pied d'œuvre. Ce considérant est d'une importance capitale, il ne faut pas l'oublier, et la condition *sine qua non* de l'emploi du trichlorure d'éthylène.

Rappelons que ce liquide a une densité de 1,48 ; qu'il se vaporise à 87° (le recouvrir d'une couche de 25 cm. à 40 cm. d'eau, pour éviter les pertes), qu'il est assez sensible à la lumière, et doit être conservé dans des bacs en métal placés dans le sol; que son odeur est assez forte, mais on ne la perçoit plus dans les tourteaux et les huiles, quand on l'entraîne par la vapeur d'eau.

Comme solvant, il agit plus vite que les liquides analogues : sulfure de carbone, tétrachlorure de carbone, etc.; son pouvoir augmente, d'ailleurs, avec la température, et si le corps à traiter est sec.

Il n'attaque pas plus les métaux que les acides gras des huiles.

Les pertes en cours d'épuisement sont de 0 l. 5 à 0 l. 7 par 100 kg. de produit travaillé.

Les grignons d'olives, sortant des scourtins en grosses mottes, passent, d'abord, dans un *émotteur*, composé de 2 rouleaux à dents (les pépins de raisin sont traités dans un aplatisseur à graines), puis dans un *séchoir*, formé par une rigole demi-cylindrique, à double paroi chauffée par de la vapeur ; la matière y chemine sous l'action d'une sorte de vis d'Archimède, et tombe dans une trémie. Deux trémies suffisent pour remplir un extracteur.

Une chaudière de 15 à 20 m² de chauffe, brûlant aussi bien le charbon que les grignons, ou les pépins épuisés, fournit la vapeur aux divers organes : séchoir, extracteurs, distillateur.

Deux *extracteurs* de 850 litres chacun peuvent contenir 500 à 600 kg. de matière. Le solvant y est chauffé par un serpentin inférieur. Le *distillateur* cylindrique a un volume de 400 litres ; il fonctionne par tube de vapeur. Un réfrigérant multiple intéresse les deux extrac-

teurs et le distillateur. Enfin, l'outillage est complété par *le bac* à dissolvant.

Un seul homme suffit à la marche de l'appareil, les deux extracteurs fonctionnent alternativement. Toutes les difficultés résident dans l'ouverture et la fermeture des robinets de remplissage et de vidange, ou d'évacuation.

On commence par remplir de grignons le premier *extracteur*, puis on y fait arriver la triéline. Pendant que cette dernière agit, on charge à son tour le 2e extracteur, mais ce n'est que plus tard que l'on y amènera le solvant. Quand celui du premier extracteur a agi, environ 3 heures, on le chasse en faisant arriver par le bas du récipient du trichlorure pur, qui, plus lourd, soulève l'autre, qui s'écoule, alors, dans le distillateur. Là la vapeur entraîne la triéline dans le réfrigérant, tandis que l'huile reste dans la chaudière. La triéline reviendra dans le récipient à solvant pour servir à nouveau. L'eau de la vapeur arrive en même temps qu'elle dans ce bac, mais monte à la partie supérieure, et lorsque son volume devient trop considérable, elle est évacuée par un tube de vidange. Quand l'huile est débarrassée de toute trace de tri, — ce que l'on vérifie à l'odeur et au goût, — on la recueille au moyen d'un robinet de vidange.

Revenons à la triéline qui, dans le 1er extracteur, a fait office de piston, en soulevant celle qui s'était saturée de matière grasse, et dont nous venons de voir la distillation.

On l'amène dans le 2e extracteur, qui, on s'en souvient, attend, avec son plein de grignon frais.

Les grignons épuisés du 1er extracteur étant encore imprégnés de solvant, avant de faire la vidange, on met le récipient en communication avec la chaudière, et la vapeur entraîne la triéline dans le réfringérant du distillateur, où on la récupère.

On peut, avec un tel dispositif, qui exige une force de 2HP environ, au moment où le séchoir, la pompe et l'émotteur fonctionnent, épuiser 2.500 à 3.000 kg. de matière par jour, ce travail nécessitant 3 hommes, soit un par étape de 8 heures. La perte de solvant peut s'élever à 15 litres. Il faut 10 à 15 litres d'eau par minute pour le réfrigérant.

Voici quelques autres chiffres cités par M. Bonnet :

Richesse en huile de divers lots de *pépins de raisin* (à l'analyse) : 10,2 %, 10,4 %, 11 %. Huile extraite par 100 kg. de pépins : 9,7, 9,8, 10,5. Quantités pouvant être traitées en 24 heures : 3.800 et 4.000 kg. ;

Pulpe d'olive de ressence (analyse de différents lots) : 22 % d'huile, 23,6 %, 25,8 %. Huile extraite par 100 kg. : 21,4, 23, 25,1.

Grignons d'olive, richesse en huile à l'analyse : 11,4 %, 10,6 %, 12,5 %. Huile extraite par 100 kg. : 10,8 10,1, 11,9. Quantités de grignons traitées en 24 heures : 3.800 à 4.000 kg. Valeur de l'huile : de grignons frais, 240 fr. les 100 kg. ; de vieux grignons, 170 fr. Quantité de grignons épuisés utilisée pour le chauffage de la chaudière : environ 2.000 kg. par jour. Quantité de grignons épuisés disponible par jour, 2.000 kg., contenant 7 à 8 kg. d'azote, autant de potasse, et 1 kg. d'acide phosphorique, par 1.000 kg. L'addition de 100 kg. de superphosphate à 300 kg. de grignons permettrait de composer un engrais excellent pour les oliviers, donné à la dose de 25 à 30 kg. par pied.

Antonin Rolet,
Ingénieur Agronome,
Ecole pratique d'Antibes (A.-M.).

§ 5. — Océanographie

L'Expédition Dana. — Après une absence de 316 jours, représentant un parcours de 25.000 milles marins, l'Expédition Dana est rentrée au Danemark. Sur la route du retour, l'état-major scientifique du navire a été successivement reçu à Plymouth (Marine Biological Association) et au Havre. Dans les eaux allemandes, l'Expédition a été saluée par le Prof. Ehrenbaum et le Directeur des Pêches Lübbert.

D'après une courte note publiée par E. Ehrenbaum dans le « *Fischerbote* » du 1er août 1922, il nous paraît utile de dire quelques mots sur le travail de l'expédition, travail dont les résultats complets ne seront connus que dans de longues années, quand tout le matériel récolté aura été étudié. Le but principal de la croisière était l'étude de la biologie des Murénoïdes et en particulier de l'Anguille ordinaire, au sujet de laquelle le Dr Johs Schmidt, chef de l'expédition, a fait depuis 17 ans de si importantes découvertes. Il est actuellement possible de circonscrire dans l'Atlantique des zones, caractérisées par la présence de jeunes anguilles d'une taille et d'un âge déterminés. Les formes les plus jeunes, récemment écloses, ne se rencontrent que dans l'Ouest-Atlantique, dans une région située à peu près à égale distance des Bermudes et des Iles sous-le-vent. A partir de ce point les larves se dirigent au Nord-Est et on les rencontre de plus en plus âgées à mesure que l'on s'éloigne du centre de dispersion. Les mensurations ont montré que les Leptocéphales qui, au printemps, se pressent aux embouchures de nos cours d'eau sont dans leur 4e année et ont effectué déjà un trajet de trois ans !

L'anguille américaine, dont le lieu de naissance est voisin de celui de l'anguille européenne, peut, grâce aux travaux du Dr Schmidt, être distinguée, à l'état larvaire, de notre espèce ; aussi est-ce un problème bien intéressant qui se pose que de rechercher le déterminisme qui, agissant sur les larves mélangées, conduit les unes à l'Ouest, vers une côte voisine, et les autres au Nord-Est vers des rivages extrêmement éloignés.

Bien entendu, outre la question de l'Anguille, l'Expédition Dana a fait une riche moisson de documents biologiques, grâce en particulier à la perfection du matériel océanographique dont elle disposait. Ce sont non seulement des formes nouvelles abondantes, mais aussi des espèces rares rencontrées pour la première fois en grand nombre (par ex. la *Spirula*), qu'auront à examiner les savants chargés de l'étude du matériel.

Th. Monod.

LA CARRIÈRE SCIENTIFIQUE DU PRINCE DE MONACO

Les origines et l'éducation du Prince Albert Ier ne semblaient nullement le destiner au rôle scientifique de première importance qu'il a su occuper.

C'est bien à sa puissante originalité, à sa froide ténacité, à son esprit hautement philosophique qu'il doit l'édification d'une œuvre imposante qui perpétuera à jamais son souvenir.

Doué d'un tempérament ardent, et d'un naturel indépendant, le Prince héréditaire est, à 17 ans, confié à la Marine espagnole, et c'est au cours d'une campagne aux Antilles qu'il gagne ses galons d'enseigne de vaisseau. C'est là aussi qu'il s'enthousiasme au contact des merveilles de la nature tropicale. Méprisant, ainsi qu'il nous le dit, « comme une menace de dégénérescence, le luxe mondain qui amollit le cœur et l'âme », il consacre tous ses moments de loisir à des excursions sur les rivières et lagunes de la côte.

Deux ans plus tard, en 1868, survient la révolution d'Espagne, et il quitte le pays pour suivre la famille royale à laquelle il est lié par la reconnaissance.

En 1870, il prend part à la guerre comme lieutenant de vaisseau de la Marine française. En 1873, il fait l'acquisition d'un joli voilier de 200 tonneaux, l'*Hirondelle*, qu'il utilisera d'abord pour visiter en marin et en touriste toutes les mers d'Europe. C'est au cours de ces premières campagnes qu'il acquiert l'expérience d'un navigateur consommé et les qualités d'un chef.

Mais la période des grandes explorations scientifiques maritimes vient de s'ouvrir; les expéditions du *Challenger* en Angleterre, du *Blake* et de l'*Albatross* aux Etats-Unis, celles du *Travailleur* et du *Talisman* en France, passionnent le monde savant et émeuvent même le grand public. Le Prince, dont l'esprit curieux a enregistré bien des faits intéressants au cours de ses navigations, sent peu à peu naître en lui le désir d'utiliser ses croisières au profit de la Science.

Les encouragements de son ami d'enfance le Dr Regnard, alors directeur du Laboratoire de Physiologie de la Sorbonne, le décident, et, à partir de l'année 1885, son yacht de plaisance subit les transformations nécessaires pour les travaux scientifiques. Les opérations commencent, timides d'abord, puis se développent rapidement, et en 1888, le chalut atteint une profondeur voisine de 3.000 mètres, résultat impressionnant si on songe que toutes les manœuvres s'exécutent sans le secours d'aucun moteur.

Les services rendus à la Science par ces faibles moyens sont déjà si importants que le Prince, désirant mettre à profit l'expérience acquise, fait construire un bateau de 600 tonneaux muni d'une machine de 350 chevaux : la *Princesse Alice I*, qui fait les campagnes de 1892 à 1897.

Les découvertes importantes se multiplient, les profondeurs atteintes par le chalut dépassent 5.500 mètres. Sans répit, le Prince améliore et amplifie ses moyens d'action. En 1897, il fait construire la *Princesse Alice II* de 1.420 tonneaux, puis en 1911 l'*Hirondelle II*, dont les aménagements scientifiques sont une perfection et un modèle qui n'avaient jamais encore été atteints.

Il fallait réunir et conserver les richesses zoologiques recueillies au cours de ces nombreuses et fructueuses campagnes. Il fallait présenter au monde savant les divers types d'instruments méthodiquement élaborés. Il fallait construire des laboratoires où toutes les recherches concernant l'Océanographie puissent être poursuivies. Le Prince décida donc l'édification du Musée océanographique de Monaco, véritable Palais de la Mer, dont il confia l'organisation et la direction à un de ses collaborateurs de la première heure, le Dr Jules Richard.

Le Musée océanographique de Monaco fut inauguré avec une grande solennité en mars 1910, en présence des savants et des représentants des principales puissances.

Il fallait enfin faire connaître la science nouvelle au public universitaire et au grand public. Le Prince fonda à Paris un Institut océanographique qui comprend trois chaires où sont enseignées l'Océanographie physique (M. Berget), la Biologie marine (M. Joubin) et la Physiologie des êtres marins (M. Portier).

Les animaux et documents recueillis au cours des campagnes sont répartis entre de nombreux spécialistes. Les mémoires résumant ce travail considérable, très luxueusement édités, et accompagnés de planches superbes, forment actuellement une collection de plus de 60 volumes in-4°.

A côté de ces *Résultats des Campagnes scientifiques du Prince Albert Ier*, une publication plus modeste : le *Bulletin de l'Institut océanographique*, reçoit les travaux préliminaires des collaborateurs du Prince.

Enfin en 1899, à la suite du Congrès international de Berlin, une œuvre considérable : la *Carte bathymétrique générale des Océans* a été entreprise et son exécution confiée au Commandant H. Bourée. Cette carte en 24 feuilles au

millionième est la synthèse de tous les documents bathymétriques recueillis jusqu'à ce jour. On saura en quelle estime les centres océanographiques et hydrographiques tiennent cette œuvre en se rappelant qu'à la Conférence hydrographique internationale tenue à Londres en 1919, il a été décidé à l'unanimité que le Bureau international hydrographique aurait son siège à Monaco.

Cette œuvre océanographique considérable ne suffisait cependant pas à absorber l'activité du Prince. Il s'était toujours intéressé à l'Anthropologie et les environs de sa Principauté lui avaient livré sur cette science des documents du plus grand intérêt.

De magnifiques publications, dirigées par MM. Boule et Verneau, nous ont fait connaître le résultat des fouilles pratiquées aux grottes de Grimaldi et des spécimens de l'art préhistorique de Font de Gaume, d'Altamira, etc.

*
* *

Le Prince de Monaco était donc un Mécène magnifique dont la générosité en faveur des œuvres scientifiques était sans bornes, mais il n'était pas que cela.

Ce serait une grande injustice que d'oublier son œuvre personnelle qui est considérable.

Nous ne pouvons en rappeler que les points principaux.

Au début de sa carrière de navigateur, il avait eu l'occasion d'opérer le sauvetage dramatique de matelots anglais dont le bateau, qui avait rencontré une épave, coula sous ses yeux. Il avait été très frappé du danger que ces épaves font courir à la navigation; aussi un de ses premiers travaux porta sur l'étude des courants marins, pour laquelle il utilisait de très nombreux flotteurs construits sur ses indications. C'est bien à lui que nous devons la connaissance de cette question si importante, et récemment encore, il pouvait donner aux navigateurs des conseils sur l'itinéraire qu'ils devaient suivre pour éviter, autant que possible, les mines flottantes mises en circulation au cours de la grande guerre.

Le Prince a apporté à la technique des opérations océanographiques des transformations qui l'ont complètement renouvelée. Quand on n'a pas assisté à ses recherches, on a peine à se figurer les difficultés considérables des opérations à grande profondeur. Un dragage, la pose d'une nasse sur un fond de plusieurs milliers de mètres, nécessite une instrumentation et des manœuvres très longues et très compliquées. Le Prince, à bord, dirigeait personnellement tout ce travail et personne n'aurait pu le remplacer dans ce commandement qui demandait la réunion de tant de connaissances et qualités diverses.

D'un caractère réservé, le Prince Albert se livrait peu. Ce n'est guère qu'au cours de ses campagnes, lorsqu'il était entouré de ses collaborateurs et de ses matelots, dans ce milieu où toute contrainte était bannie, qu'on pouvait le bien connaître.

Il s'intéressait à toutes les recherches, il voulait en connaître le but, il en suivait l'évolution.

Il était très aimé de ses matelots bretons qui composaient presque entièrement son équipage; il les connaissait tous individuellement; ceux que l'âge forçait à prendre un repos bien mérité étaient sûrs que sa sollicitude les suivrait dans leur retraite. Lorsque le cours de ses navigations l'amenait à proximité de leur village, il ne manquait pas de se rendre chez eux.

Ces hommes rudes et courageux étaient touchés de sa bonté active et fiers de servir sous un commandant d'une bravoure froide et magnifique qui lui permit à plusieures reprises, au cours de ses campagnes, de se tirer de situations très périlleuses, notamment lors d'un échouage au nord du Spitzberg au voisinage de la banquise.

Nous voyons revivre cette bravoure chez son fils le Prince Louis, souverain actuel de la Principauté, auquel sa belle conduite pendant la dernière guerre et ses hautes capacités ont valu les étoiles de général de l'armée française.

L'Océanographie n'est que l'application à l'étude des mers du globe des connaissances acquises dans les diverses branches de l'activité humaine. On peut, suivant ses tendances propres, restreindre ou étendre le champ des investigations de cette science et tous les océanographes n'ont pas à ce point de vue la même conception. Le Prince en avait une très large. Il avait, dans la seconde partie de sa carrière, fait une place importante à la météorologie marine dont il avait perfectionné la technique, complétant ainsi son étude des courants marins par celle des courants aériens sur ces vastes étendues où ils se déploient sans obstacles, sans perturbations.

Il entendait même poursuivre sa science dans ses applications, et en 1920, il réunissait dans sa Principauté un Congrès de Thalassothérapie, dont il confiait l'organisation à son médecin particulier le Dr Louët, qui l'a assisté avec tant de dévouement éclairé pendant sa dernière maladie.

Le Prince ne se bornait même pas à l'étude

purement scientifique des phénomènes naturels; il aimait à en envisager aussi le côté philosophique et même poétique. La lecture de son beau livre : « *La Carrière d'un Navigateur* » en témoigne à chaque page.

Il était toujours accompagné, au cours de ses campagnes, d'un artiste qui immobilisait sur la toile les paysages ou les scènes de bord. Les œuvres de Borrel, puis celles de Louis Tinayre constituent ainsi une collection aussi précieuse au point de vue artistique qu'utile au point de vue documentaire.

C'est dans le même esprit que, très peu de temps avant sa mort, il chargeait d'un enseignement le professeur Mabilleau, qui exposait l'histoire de la navigation dans l'antiquité et le rôle de la mer dans l'histoire avec une érudition et une éloquence qui lui ont valu un grand et légitime succès à l'Institut océanographique.

Les grandes compagnies savantes du monde entier avaient marqué leur admiration d'une si belle carrière en demandant au Prince de siéger au milieu d'elles. Il avait été d'abord élu Membre correspondant de l'Académie des Sciences, puis en 1909, il avait succédé à Lord Kelvin dans la célèbre section des Associés étrangers. Il était membre de l'Académie de Médecine et de l'Académie d'Agriculture.

En 1921, il était reçu solennellement par l'Académie des Sciences de Washington.

Il prononçait devant cette assemblée son « *Discours sur l'Océan* », où il trace un résumé de sa carrière scientifique; il y rappelle ses principaux travaux, ceux qu'il a suscités ou encouragés, et rend justice à ses principaux collaborateurs : Joubin et Bouvier pour la Zoologie, Charles Richet et Portier pour la Physiologie, Buchanan et Thoulet, « vétérans des premiers grands travaux de la mer », et surtout au Docteur Richard, Directeur du Musée océanographique, dont l'activité scientifique sans défaillance, le dévouement sans bornes, et aussi la franchise sans apprêt avaient gagné le cœur du Prince et lui faisaient dire que ce savant « portait l'âme sœur des forces qui l'ont guidé pendant 35 ans ».

Et maintenant que cet homme de science et cet homme de bien a disparu, ceux qui lui survivent n'ont de meilleur moyen d'honorer sa mémoire qu'en s'efforçant de prolonger son œuvre avec les moyens qu'il leur a laissés. Ils se rappelleront les paroles qu'il prononçait à l'inauguration du Musée de Monaco : « Devant l'âge qui peut arrêter bientôt mes efforts, j'exprime ma confiance dans l'honneur et la science des uns et des autres pour continuer après moi, et dans le même esprit, la tâche à laquelle j'ai donné ma conscience et ma vie. Je veux que ce monument abrite sans partage le travail des savants, j'espère qu'il ne servira jamais la vanité de personne. »

P. Portier,
Professeur à la Sorbonne
et à l'Institut océanographique.

MYDRIATIQUES ET MYOTIQUES[1]

ÉTUDE DES RAPPORTS ENTRE LEUR STRUCTURE CHIMIQUE ET LEUR ACTION PHYSIOLOGIQUE

PREMIÈRE PARTIE

Introduction

Dans l'appareil oculaire de l'homme et de la plupart des Vertébrés, l'admission quantitative de la lumière et le choix des rayons lumineux sont réglés par l'*iris*, véritable diaphragme dont l'ouverture constitue la *pupille*.

Grâce à un double système de fibres musculaires, cette ouverture peut, à tout moment, être modifiée dans ses dimensions : on dit alors que la pupille se dilate ou qu'elle se contracte. Ces phénomènes de dilatation ou de contraction de la pupille ont reçu respectivement les noms de *mydriase* et de *myosis*. Ils peuvent être provoqués par certaines substances médicamenteuses : celles qui dilatent la pupille sont appelées *mydriatiques* ; celles qui la contractent, *myotiques*.

La constitution chimique de quelques-unes de ces substances est aujourd'hui suffisamment établie pour qu'on puisse tenter d'étudier, dans toute leur ampleur, les rapports entre leur structure chimique et leur action sur la pupille ; c'est précisément cette étude que nous nous proposons d'entreprendre ici.

A vrai dire, ce n'est pas seulement dans le groupe des mydriatiques et des myotiques que cette question des relations entre la constitution chimique et l'action physiologique a atteint un grand degré de développement. D'autres groupes pharmacodynamiques ont été, à cet égard,

1. Conférence faite au laboratoire de M. Haller à la Sorbonne le 23 février 1922.

l'objet de travaux nombreux et importants et sont, pour le moins, aussi intéressants ; mais, tandis que l'étude de ces divers groupes se trouve parfaitement exposée dans les traités relatifs à ces questions, l'étude des mydriatiques et des myotiques est tantôt à peine ébauchée, tantôt confusément intriquée avec celle des anesthésiques locaux. C'est ainsi que, dans le volumineux ouvrage de Fränkel, qui atteint près de 900 pages, la question des mydriatiques et des myotiques ne comporte qu'une demi-page (*Die Arzneimittelsynthese*, 5e édition, p. 391), et c'est dans le chapitre des anesthésiques locaux qu'il faut puiser, çà et là, les divers documents concernant les médicaments agissant sur la pupille.

Une autre considération a été pour moi décisive. Avec M. Fourneau, qui dans cette voie a été en France un véritable initiateur, nous poursuivons, en commun, un même but d'intérêt national, celui d'orienter les chimistes français, et plus spécialement les pharmaciens adonnés à la chimie, vers l'étude des médicaments chimiques dont les Allemands ont fait, depuis trente ans, leur domaine presque exclusif.

Pour faciliter cette orientation, nous avons toujours estimé qu'il convenait, non seulement d'éclairer nos collègues sur les problèmes généraux de la Pharmacodynamie, mais encore de leur signaler spécialement les séries dans lesquelles chacun peut contrôler soi-même, par des moyens simples, l'activité physiologique des corps nouveaux créés au laboratoire. Les *anesthésiques locaux* que M. Fourneau a si remarquablement étudiés, les *hypnotiques* auxquels j'ai consacré diverses publications, rentrent parfaitement dans ce cadre. J'y ajouterai aujourd'hui les *mydriatiques* et les *myotiques*, car l'expérimentation sur les animaux domestiques (chien, chat, lapin) est des plus simples et peut être effectuée par les mains les plus inexpérimentées. Sans doute on pourrait objecter que l'intérêt pratique de cette série est beaucoup moindre que celui des anesthésiques et des hypnotiques ; mais je ferai remarquer que la plupart des mydriatiques et des myotiques sont doués de diverses autres propriétés susceptibles de leur créer des débouchés très importants tout à la fois en médecine humaine et vétérinaire.

Avant d'aborder cette étude des relations entre la structure chimique et l'action mydriatique ou myotique, il est indispensable que nous donnions quelques notions préalables, d'une part, sur le système nerveux végétatif sous la dépendance duquel se trouve la pupille ainsi que sur les poisons électifs de ce système, d'autre part, sur le fonctionnement de la pupille et sur le mécanisme physiologique de la mydriase et du myosis.

§ 1. — Le système nerveux végétatif ou autonome et ses poisons électifs

1. *Le système nerveux végétatif.* — Le fonctionnement de la plupart de nos organes, notamment de ceux qui intéressent la vie de relation, est sous la dépendance immédiate de notre volonté, et le système nerveux qui les régit a reçu le nom de « système nerveux volontaire ». Par contre un certain nombre d'organes, comme le cœur et l'intestin, échappent entièrement à l'influence de notre volonté. L'appareil irien rentre dans cette catégorie. C'est là un fait que chacun peut aisément contrôler sur soi-même ; il nous est en effet tout aussi impossible, par notre seule volonté, d'accroître ou de diminuer la grandeur de notre pupille, que d'accélérer ou de ralentir volontairement les battements de notre cœur ou les mouvements de notre intestin.

Ces organes dits végétatifs sont innervés par un ensemble de nerfs qui constituent le système nerveux végétatif ou autonome, et leur fonctionnement est généralement[1] assuré par deux groupes de nerfs antagonistes[2] : l'un est désigné sous le nom de *système sympathique* et comprend exclusivement le grand sympathique classique des divers auteurs ; l'autre est désigné sous le nom de *parasympathique* et comprend divers nerfs tels que le vague, le moteur oculaire commun, les nerfs sacrés, etc.

L'antagonisme de ces deux systèmes peut être réalisé de deux façons différentes, suivant qu'ils agissent sur un muscle unique ou sur deux muscles antagonistes.

Quand le muscle est unique, ce qui est le cas des principaux organes (cœur, intestin), les deux systèmes de nerfs ont des fonctions différentes : l'un est renforçateur ou accélérateur, tandis que l'autre est inhibiteur[3].

Lorsqu'il existe deux muscles antagonistes, ce qui est précisément le cas de la pupille, les deux systèmes qui les innervent sont doués des mêmes propriétés et transmettent un même tonus renforçateur, et l'antagonisme résulte uniquement de ce que les muscles exercent des actions opposées.

1. Une exception est présentée par l'appareil vasomoteur et les glandes sudorales. Dans ces deux systèmes, il n'existe qu'un seul système d'innervation (sympathique).

2. Dans le cas des glandes salivaires et des organes pelviens, les deux systèmes de nerfs n'exercent pas d'action antagoniste et paraissent concourir l'un et l'autre aux mêmes effets.

3. Un même nerf, le vague par exemple, peut être inhibiteur pour un organe (cœur) et accélérateur pour un autre (intestin).

En définitive, le fonctionnement des organes de la vie végétative peut être modifié dans les deux sens par quatre modes réactionnels différents; il peut être *accru* soit par excitation de l'un des nerfs, soit par inhibition du nerf antagoniste; inversement, il peut être *diminué* soit par inhibition du premier, soit par excitation du second.

C'est précisément ce que démontrent nettement les phénomènes d'excitation électrique ou de section anatomique.

Le cœur, par exemple, peut être accéléré, soit par excitation du sympathique, soit par section des vagues; d'autre part, il peut être ralenti, soit par section des sympathiques, soit par excitation de l'un des deux nerfs vagues.

2. *Poisons sympathiques et parasympathiques.* — L'étude des poisons agissant électivement sur le système nerveux autonome conduit à des observations analogues. Certaines drogues sont en effet susceptibles, les unes, comme l'atropine, de paralyser les terminaisons du nerf vague, les autres, comme la pilocarpine, d'exciter ces mêmes terminaisons. D'autre part, si l'on ne connaît que de rares substances capables de paralyser certaines terminaisons du sympathique, il existe toute une série de produits, dont l'adrénaline est le type, qui sont capables d'exciter ces terminaisons. Les substances capables d'influencer ainsi le sympathique ont reçu le nom de «*poisons sympathiques*», et, parmi ces substances, celles qui imitent l'action stimulante exercée normalement par les centres sur les terminaisons du sympathique ont été désignées sous le nom d' « excitants du sympathique ou poisons sympathomimétiques ».

En ce qui concerne le nerf vague, on constate ce fait curieux que toutes les drogues qui agissent dans un certain sens sur ce nerf, exercent un effet de même nature sur les divers autres nerfs (m. ocul. commun, sacré) que l'on a coutume de ranger dans le système parasympathique. Aussi désigne-t-on toutes ces drogues sous le nom de « *poisons parasympathiques* ». Parmi ces poisons, les uns sont des *excitants* des terminaisons *parasympathiques*; ils produisent l'arrêt du cœur, l'exagération du péristaltisme intestinal, le rétrécissement de la pupille, le tarissement des sécrétions, etc., et comprennent des produits très divers, tels que la pilocarpine, l'ésérine, l'arécoline, la choline; les autres sont des *paralysants* des mêmes terminaisons et ils produisent les effets inverses de ceux des précédentes drogues; leurs principaux représentants appartiennent à un groupe très homogène dont le type est l'atropine et dont la structure chimique est voisine de celle de cet alcaloïde.

En résumé, les médicaments qui agissent sur les terminaisons du système nerveux autonome se divisent en deux groupes : d'une part les poisons « *sympathiques*» qui agissent surtout comme excitants du sympathique et qui produisent tous les effets d'excitation de ce système (accélération cardiaque, vasoconstriction, dilatation pupillaire, etc.); d'autre part, les poisons *parasympathiques* qui sont, les uns, des excitants (groupe pilocarpine), les autres, des paralysants (groupe atropine) de tous les organes innervés par le système parasympathique.

Cette règle générale ne souffre qu'une seule exception; les glandes sudorales, quoique innervées par le sympathique, ne sont influencées que par les poisons parasympathiques et dans le même sens que les organes à innervation parasympathique. Pour expliquer cette exception, certains auteurs, comme H. Meyer, estiment que l'origine réelle des nerfs sudoraux est parasympathique, mais Langley préfère supposer que c'est la constitution chimique des terminaisons des nerfs sudoraux qui est exceptionnellement de même nature que celle des nerfs parasympathiques.

§ 2. — Le fonctionnement de la pupille et le mécanisme de la mydriase et du myosis

Le jeu de la pupille est assuré par deux muscles antagonistes qu'on peut considérer schématiquement comme disposés concentriquement et soudés en leur partie commune, ce qui les rend en partie solidaires (fig. 1).

L'un, le plus excentrique, est le *dilatateur irien*; ses fibres sont radiées; de plus, leur insertion est située à la périphérie; si bien que leur contraction les éloigne du centre de la pupille et augmente l'ouverture pupillaire, provoquant ainsi la *mydriase*; leur relâchement tend au contraire à diminuer cette ouverture.

Le deuxième muscle, le *sphincter irien*, est annulaire; c'est lui qui schématiquement limite en avant l'ouverture de la pupille; ses fibres sont circulaires et leur contraction produit du *myosis*, c'est-à-dire une diminution de l'espace pupillaire.

Le fonctionnement de ces deux muscles est réglé, pour chacun d'eux, par une innervation spéciale, sympathique pour le dilatateur irien, parasympathique (nerf moteur oculaire commun) pour le sphincter irien. Aucun de ces nerfs (sympathique et moteur oculaire commun) n'envoie directement ses terminaisons dans le muscle qu'il innerve; il existe pour chacun

d'eux un relai ganglionnaire d'où partent un grand nombre de nerfs ciliaires qui se rendent au muscle correspondant. Le sympathique oculaire se termine dans le ganglion cervical et celui-ci émet des nerfs ciliaires longs qui vont s'épanouir dans le muscle dilatateur. De même le nerf moteur oculaire commun se termine dans le ganglion ophtalmique, et de celui-ci part, vers le sphincter irien, un faisceau de nerfs ciliaires courts. Enfin, tandis que le sympathique oculaire et les nerfs ciliaires longs ont pour unique fonction d'agir sur le muscle dilatateur, le moteur oculaire commun et les nerfs ciliaires courts innervent non seulement le sphincter irien dont dépend en partie le jeu de la pupille, mais encore le muscle ciliaire qui règle l'accommodation.

Aussi l'excitation de ces nerfs produit-elle du myosis et parfois du spasme de l'accommodation, tandis que leur paralysie ou leur section détermine tout à la fois de la mydriase et de la paralysie de l'accommodation.

Pour comprendre le jeu de la pupille, qu'il soit normal ou provoqué, il convient de noter que chacun des muscles iriens est maintenu dans un certain état de tonus sous l'action de l'influx qui lui parvient des centres par l'intermédiaire du système nerveux, et l'état de la pupille est la résultante des actions ainsi exercées. On conçoit que la prépondérance du sympathique entraîne de la mydriase, et que la prépondérance du moteur oculaire commun entraîne du myosis.

Toutefois cette prépondérance de l'un des systèmes peut être la conséquence, soit de l'augmentation de l'influx correspondant, soit d'une diminution ou de la suppression de l'influx qui parvient au système antagoniste.

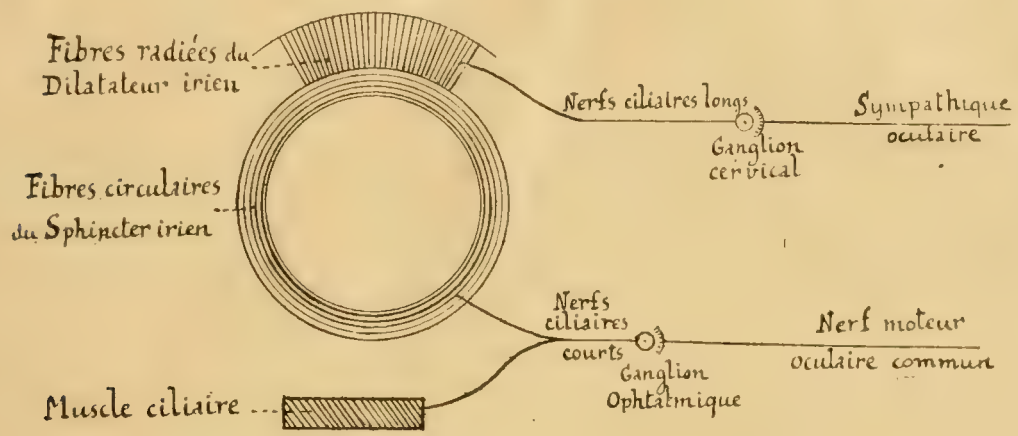


Fig. 1. — *Schéma de l'innervation motrice de la pupille et de l'accommodation.*

L'expérience montre en effet qu'on peut produire la *mydriase* soit par excitation du sympathique oculaire ou des nerfs ciliaires longs, soit par section du moteur oculaire commun ou des nerfs ciliaires courts [1].

Inversement, par excitation de ces derniers nerfs ou encore par section du sympathique ou des nerfs ciliaires longs, on produit du *myosis*.

Nous retrouvons ici les quatre modes réactionnels que nous avons signalés plus haut en exposant le fonctionnement du système nerveux autonome.

§ 3. — Myotiques et Mydriatiques. Distinctions entre les mydriatiques actifs et passifs

Nous venons de voir quels sont les processus physiologiques capables de produire le myosis ou la mydriase. Or on peut provoquer les mêmes phénomènes en faisant agir sur la pupille les poisons sympathiques ou parasympathiques. Nous avons déjà vu que ces médicaments ont reçu le nom les uns de mydriatiques et les autres de myotiques suivant qu'ils produisent l'un ou l'autre phénomène. Toutefois, cette distinction en deux groupes n'est pas suffisante, du moins en ce qui concerne les mydriatiques. En effet, tandis qu'il n'existe qu'une catégorie de myotiques : ceux qui exercent une action excitante sur les terminaisons des nerfs ciliaires courts, il existe deux catégories de mydriatiques : les uns dont les effets résultent d'une action excitante sur les terminaisons des nerfs ciliaires longs (sympathiques) et que nous appellerons *excito-sympathiques* ou *mydriatiques actifs* ; les autres qui interviennent en paralysant les terminaisons des nerfs ciliaires courts (parasympathiques) et amenant

1. Dans ce dernier cas, il y a simultanément mydriase et paralysie de l'accommodation.

ainsi, d'une part, la paralysie de l'accommodation et, d'autre part, la mydriase par contraction passive du dilatateur; je les appellerai pour cette dernière raison *mydriatiques passifs*.

Au point de vue théorique des rapports entre la constitution chimique et les effets physiologiques, cette distinction est d'une importance capitale; on ne saurait, en effet, comparer entre elles les structures chimiques de ces deux séries de mydriatiques, puisque la nature et le siège de leur action sont nettement différents.

De même, au point de vue de leur emploi en oculistique, ces deux séries de mydriatiques doivent être nettement distinguées, non seulement parce que les mydriatiques actifs n'ont aucune action sur l'accommodation alors que les mydriatiques passifs la paralysent, ce qui constitue un sérieux inconvénient, mais encore parce que les myotiques sont généralement impuissants à supprimer la mydriase durable et gênante provoquée par les mydriatiques passifs, alors qu'ils exercent à cet égard une action antagoniste efficace lorsque le phénomène est provoqué par les mydriatiques actifs.

Dans cette étude, nous examinerons donc les trois groupes suivants :

I. — Groupe des *Myotiques* (excito-parasympathiques) produisant le myosis par excitation des terminaisons des nerfs ciliaires courts et dont les principaux représentants sont la pilocarpine, l'ésérine, l'arécoline, etc.

II. — Groupe des *Mydriatiques actifs* (ou excitosympathiques) produisant la mydriase par excitation des terminaisons des nerfs ciliaires longs et dont les principaux représentants sont la phényléthylamine, la tétrahydronaphtylamine, l'éphédrine, l'adrénaline et la cocaïne.

III. — Groupe des *Mydriatiques passifs* (paralysants parasympathiques) produisant la mydriase par paralysie des terminaisons des nerfs ciliaires longs et provoquant en outre la paralysie de l'accommodation; les principaux représentants de ce groupe sont, parmi les alcaloïdes naturels, l'atropine et, parmi les alcaloïdes synthétiques, l'euphtalmine.

§ 4. — Méthodes d'étude

Avant d'entreprendre pour chacun de ces trois groupes l'étude détaillée des rapports entre l'action pupillaire et la constitution chimique, il est indispensable de préciser les méthodes d'étude et les modalités d'action qui permettront d'apprécier sous ses divers aspects la valeur relative des substances considérées.

Il convient tout d'abord d'examiner si la substance exerce une action sur la pupille et de fixer la nature et l'ordre de grandeur approximatif de cette action [1]. Il suffit pour cela d'instiller dans l'œil du chien ou du chat une goutte de solution aqueuse de la substance envisagée. Comme l'action est généralement lente, il faut attendre 10 à 20 minutes et quelquefois plus; par comparaison avec l'œil intact, il est facile de voir si l'effet attendu s'est produit. De plus, lorsqu'on a acquis une certaine expérience, on peut, suivant l'intensité du phénomène et le titre de la solution employée (1 à 20 %), conclure à l'activité plus ou moins grande de la substance.

Pour apprécier plus exactement le degré d'activité, il est indispensable d'opérer comparativement avec une solution d'un mydriatique ou d'un myotique connu, que l'on instille dans un œil tandis que la solution à essayer est instillée dans l'autre; on opère généralement sur le chat et l'on suit la technique indiquée par Dale. On arrive ainsi, avec une précision très suffisante, à des chiffres qui permettent de classer les diverses substances d'après l'intensité de leurs effets et dont il est ensuite facile de déduire l'influence qu'exerce la constitution chimique.

Toutefois, il importe de ne pas se limiter à cet aspect purement théorique du problème. La pratique oculistique nous apprend, en effet, qu'en dehors de la question, si intéressante à plus d'un égard, du degré d'activité des myotiques et des mydriatiques, il reste d'autres facteurs importants à déterminer dans les modalités d'action de ces substances.

C'est ainsi que la lenteur d'apparition de leurs effets ainsi que leur longue durée constituent de sérieux inconvénients dont on doit s'efforcer de restreindre l'importance, soit en faisant varier plus ou moins la structure chimique, soit encore en recherchant, comme l'a fait récemment M. Porcher, quelles sont, parmi les substances antagonistes, celles qui peuvent être susceptibles d'exercer une action efficace et utilisable.

Enfin, spécialement pour ce qui concerne les mydriatiques, il serait désirable que l'étude des mydriatiques actifs ou excitosympathiques soit entreprise d'une façon systématique, car si l'on pouvait, dans ce groupe, trouver des produits d'une activité comparable à celle des mydriatiques passifs, on échapperait au grave inconvénient

1. Quoique la substance soit élective, il s'agit ici d'une action locale; aussi n'y a-t-il pas lieu de rechercher le degré d'électivité pour la pupille lorsque la substance est introduite dans la circulation générale. Pour la même raison, il n'est pas indispensable d'étudier systématiquement la toxicité ainsi qu'on a coutume de le faire pour les autres groupes de médicaments. Cependant, comme l'absorption par le canal lacrymal n'est pas négligeable, il conviendra de fixer la toxicité des substances susceptibles d'application thérapeutique.

que présentent ces derniers de provoquer une paralysie de l'accommodation toujours gênante pour le malade. A cet égard, l'association de mydriatiques appartenant aux deux séries différentes pourrait présenter certains avantages.

I. — Myotiques

Parmi les myotiques connus, nous n'examinerons que ceux dont la constitution chimique est nettement établie et dont on a cherché à modifier systématiquement la structure, soit pour étudier les variations des effets physiologiques, soit pour créer des produits de remplacement plus actifs ou plus économiques que les produits naturels.

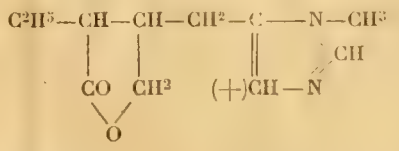
Ces myotiques appartiennent à deux séries distinctes que nous allons examiner successivement : la série de la pilocarpine et la série de l'arécoline.

Auparavant, nous ferons remarquer qu'en ce qui concerne l'intensité de leurs effets, les myotiques actuellement employés en oculistique, la pilocarpine et l'ésérine, donnent aux praticiens toute satisfaction. Sans doute leur action est tardive, mais c'est là un inconvénient commun à tous les médicaments pupillaires.

Le seul reproche qu'on puisse faire à ces myotiques, c'est qu'ils sont à peu près sans effet lorsqu'il s'agit d'exercer une action antagoniste vis-à-vis de l'atropine, c'est-à-dire lorsqu'il s'agit de supprimer la mydriase atropinique. De plus, ces substances peuvent provoquer du spasme de l'accommodation. Aussi serait-il intéressant, à ce double point de vue, de trouver des myotiques appartenant au groupe des paralysants du sympathique. Malheureusement ce groupe ne comprend jusqu'ici aucun représentant typique pouvant servir de point de départ pour un travail chimique systématique. Aussi paraît-il plus judicieux de résoudre le problème inverse, à savoir de rechercher, comme nous le développerons plus loin, les mydriatiques excito-sympathiques capables de produire une mydriase intense sans paralysie de l'accommodation, et susceptibles de provoquer une mydriase qui serait facilement supprimée par nos myotiques usuels, la pilocarpine ou l'ésérine. Il n'en reste pas moins intéressant de poursuivre l'étude des myotiques, notamment, comme nous le verrons ci-dessous, dans la série de l'arécoline.

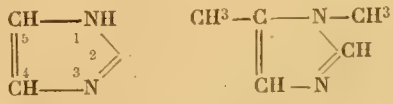
§ 1. — Série de la pilocarpine

1. *Constitution chimique de la pilocarpine.* — Les travaux de Pinner et Schwarz (1902) ont montré que la pilocarpine est un dérivé glyoxalinique dont la chaîne latérale possède une fonction lactone :



Pilocarpine et Isopilocarpine

Toutefois ces auteurs pensaient que l'isopilocarpine est un isomère de structure dans lequel la chaîne lactonique est substituée sur le carbone voisin (+), sans préciser exactement à quelle structure correspond chacun des isomères. Jowett, en 1903, a admis que ces deux alcaloïdes sont des stéréoisomères et Pyman a démontré l'exactitude de cette manière de voir en établissant que la pilocarpine et l'isopilocarpine ne donnent pas un même dérivé iodométhylé comme permet de le prévoir leur structure, alors que la 1.4 et la 1.5-diméthylglyoxaline fournissent un même iodométhylate ; enfin Pyman a prouvé définitivement la constitution ci-dessus, c'est-à-dire le lieu de fixation de la chaîne lactonique, en identifiant avec la 1.5-diméthylglyoxaline la base obtenue par Jowett dans la distillation de l'isopilocarpine avec la chaux sodée.



Glyoxaline 1.5-Diméthylglyoxaline

Etant donnée cette constitution, nous aurons à examiner successivement les diverses influences exercées sur le pouvoir myotique, d'une part par le noyau glyoxalinique et sa stéréoisomérie, d'autre part par le groupe lactonique.

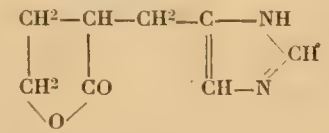
2. *Influence du noyau glyoxalinique.* — Les dérivés glyoxaliniques ne paraissent pas exercer d'action excitante sur les terminaisons des nerfs ciliaires courts. Ni la 1.2, ni la 1.4-diméthylglyoxaline ne sont myotiques[1]. Il en est de même de la 1.2-éthylméthylglyoxaline ou oxaléthyline de Radziszewski (1883) ; cette base avait été considérée par Schulz[2] comme mydriatique ; mais Dale et Pyman[3] ont montré l'absence de toute propriété mydriatique ou myotique chez le chat (instillation de 4 gouttes de solution à 4 %) ; toutefois cette base exercerait sur le cœur de grenouille une action antagoniste vis-à-vis de

1. Jowett : *J. Chemical Society*, t. LXXXIII (1903), p. 466 ; t. LXXXVII (1905), p. 406.
2. Schulz : *D. chem. Ges.*, t. XIII (1880), p. 2363.
3. Dale, d'après Jowett, Pyman, Remfry : 8e Congrès international de Chimie appliquée, New-York, 1912, t. XIX, p. 165.

la pilocarpine. En définitive, ce dérivé glyoxalinique ne possède aucune action pilocarpinique. De même, la chloroxaléthyline de Wallach n'est ni mydriatique[1], ni vraisemblablement myotique. Le noyau glyoxalinique n'est donc pas, par lui-même, le groupement actif de la pilocarpine.

L'introduction dans ce noyau d'une chaîne éthylaminée $NH^2—CH^2—CH^2—$ ne provoque pas plus l'apparition des propriétés myotiques ; l'imidazolyléthylamine (histamine) ainsi formée peut, comme la muscarine, contracter les fibres des muscles bronchiques (asthme expérimental) ou encore les fibres lisses utérines, mais elle ne produit pas de myosis.

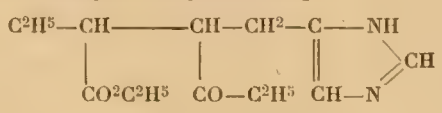
3. *Influence de la chaîne lactonique.* — Il n'a jamais été signalé que les lactones jouissent de propriétés excitoparasympathiques. On peut toutefois se demander si, associée à un noyau glyoxalinique par lui-même inactif, la chaîne lactonique ne ferait pas apparaître ces propriétés. Jowett, Pyman et Remfry ont préparé à cet effet la lactone de l'acide α-oxyéthyl-β-glyoxalinepropionique :



Bien que cette base possède, comme la pilocarpine, une chaîne lactonique en C^4 et un noyau glyoxalinique réunis par un groupe CH^2, elle s'est montrée sans action sur la pupille ; il est vrai que le point d'attache de la chaîne lactonique est un peu différent dans les deux bases.

D'autre part, comme dans la pilocarpine le noyau glyoxalinique est méthylé en 1, les auteurs précités ont préparé un dérivé méthylé de leur lactone glyoxalinique et ils l'ont trouvé physiologiquement inactif.

De même, l'éther éthylique de l'acide α-5-glyoxaline-méthyl-β-éthylsuccinique



préparé en vue d'essais (restés infructueux) de synthèse de la pilocarpine a été trouvé inactif.

D'autres éthers d'acides monobasiques ou bibasiques, à noyau glyoxalinique méthylé ou non, ont été préparés par Pyman et se sont montrés également sans action pilocarpinique.

En définitive, ni la fonction lactone, ni la fonction éther associées au noyau glyoxalinique ne confèrent à ce dernier de propriétés myotiques.

1. Hertz : *Arch. exp. Path. u. Ph.*, t. XIII, p. 139.

4. *Influence de la stéréoisomérie.* — L'action myotique de la pilocarpine est deux fois plus intense que celle de son stéréoisomère l'isopilocarpine. Toutefois c'est là un exemple isolé, car nous ne connaissons pas d'autres cas de stéréoisomérie dans cette série et, de plus, les glyoxalines étudiées sont toutes dépourvues de propriétés myotiques.

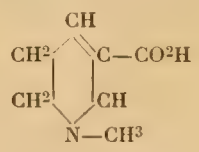
5. *Conclusions.* — Il n'est pas possible de préciser quels sont, dans la pilocarpine, les groupements physiologiquement actifs et il ne semble pas qu'il y ait lieu de poursuivre l'étude des glyoxalines en vue de rechercher dans cette série de nouvelles substances myotiques.

§ 2. — Série de l'arécoline

L'arécoline, dont la constitution chimique a été établie par Jahns, est l'éther méthylique de l'arécaïdine ; ce dernier est un acide tétrahydronicotique méthylé à l'azote :

Arécaïdine

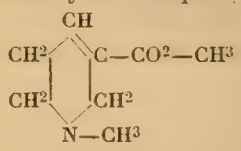
Acide N-méthyl tétrahydronicotique



Non myotique

Arécoline

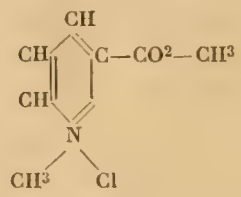
Ether méthylique de l'acide N-méthyl tétrahydronicotique



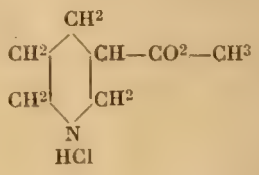
Myotique
Son éther éthylique est également myotique

1. *Influence du degré d'hydrogénation du noyau pyridique.* — Dans l'arécoline, le noyau pyridique est tétrahydrogéné. Pour étudier l'influence du degré d'hydrogénation de ce noyau, on a examiné deux composés différemment hydrogénés ; dans l'un (césol) le noyau pyridique est conservé intact, dans l'autre (néocésol) ce noyau est hexahydrogéné.

Le césol, chlorométhylate du nicotinate de méthyle, est doué de propriétés myotiques manifestes, mais il est moins actif que l'arécoline.



Césol



Néocésol

Quant au néocésol ou N-méthylhexahydronicotate de méthyle, il ne semble pas qu'on ait étudié son action sur la pupille ; toutefois ses

1. Jahns : *D. chem. Ges.*, t. XXIV, p. 2615.

effets stimulants sur la péristaltique intestinale (Holzmann) montrent que ce produit est, comme l'arécoline, un excitant du parasympathique.

En définitive, le degré d'hydrogénation du noyau pyridique dans l'arécoline ne paraît pas modifier, qualitativement du moins, les propriétés myotiques de cet alcaloïde.

2. *Influence de l'éthérification de la fonction acide et de la nature de l'alcool éthérifiant.* — L'arécaïdine dont le carboxyle n'est pas éthérifié est dépourvue de propriétés myotiques. Il s'ensuit que la fonction acide non éthérifiée est impropre à la fixation sur les terminaisons nerveuses. C'est là une propriété bien connue dans le groupe des anesthésiques locaux ; on sait en effet que la cocaïne perd son pouvoir anesthésique lorsqu'on la transforme en ecgonine, c'est-à-dire lorsque son carboxyle éthérifié devient, par saponification, un carboxyle libre.

Quant à l'influence exercée par la nature de l'alcool éthérifiant, elle n'a pas été jusqu'ici étudiée systématiquement avec les divers homologues de l'alcool méthylique. On sait cependant que l'éther éthylique de l'arécaïdine agit de la même façon que l'éther méthylique ou arécoline; mais son degré d'activité ne paraît pas avoir été précisé.

D'ailleurs, dans les deux produits nouveaux, césol et néocésol, qui ont été introduits en thérapeutique dans ces dernières années, l'alcool méthylique a été conservé comme alcool éthérifiant.

3. *Influence des substitutions sur l'atome d'azote.* — L'arécoline ainsi que ses deux succédanés, le césol et le néocésol, sont des bases tertiaires ou quaternaires par substitution d'un méthyle à l'atome d'azote. On ne paraît pas s'être préoccupé de rechercher l'influence des substitutions homologues sur cet atome d'azote ou même l'influence de la non-substitution (bases secondaires). Cependant, dans les deux bases artificielles introduites en thérapeutique, césol et néocésol, l'azote a été dans les deux cas soumis à la méthylation, ce qui semble montrer que les créateurs de ces produits admettent que la substitution méthylée est favorable.

II. — Mydriatiques actifs

(*Mydriatiques à action excitosympathique*)

Les mydriatiques à action excitosympathique se rattachent à la série de l'adrénaline ou plus simplement de la phényléthylamine :

$C^6H^5CH^2CH^2NH^2$	$(OH)^2 : C^6H^3.CHOH.CH^2.NH.CH^3$
Phényléthylamine	Adrénaline

La cocaïne est bien également un mydriatique excitosympathique, mais sa structure chimique appartient à un type particulier dont les modifications n'ont pas été spécialement étudiées en ce qui concerne leurs effets sur les variations de la mydriase. Nous n'examinerons donc que les mydriatiques construits sur le type de la phényléthylamine et résultant soit de modifications de la chaîne latérale, soit de l'introduction dans cette chaîne de fonctions oxygénées diverses. Les dérivés appartenant à cette série et dont l'action mydriatique de nature excitosympathique est nettement établie sont au nombre de six :

$C^6H^5.CH^2CH^2NH^2$	Phényléthylamine (Filehne)
$C^6H^4 < CH^2-CH(-NH^2)-CH^2$	β-Tétrahydronaphtylamine
$C^6H^5-CO-CH^2-NH^2$	ω-Aminoacétophénone Phénomydrol (Pitini et Paterno)
$C^6H^5-CHOH-CH(CH^3)-NH^2$	Amino-α-phénylpropanol ς-Mydriatine (Nagaï, Kubota).
$C^6H^5.CHOH-CH(CH^3)-NH-CH^3$	Méthylaminophénylpropanol : Ephédrine (Gunzbourg, Filehne)
$(OH)^2.C^6H^3.CHOH.CH^2NH.CH^3$	Adrénaline

Cette série est déjà bien connue par les propriétés vasoconstrictives de chacun de ses termes et l'on sait que ces propriétés sont conditionnées tout à la fois par la longueur de la chaîne latérale (2 atomes de carbone), par la position β de la fonction aminée par rapport au noyau aromatique et par l'existence de fonctions oxygénées phénoliques ou alcooliques.

L'influence qu'excercent ces diverses modifications sur l'action mydriatique ne semble pas avoir été étudiée systématiquement. Cela tient en grande partie à ce que les effets mydriatiques de ces substances sont relativement peu intenses et que les grandes concentrations (10 et 15 %) auxquelles il faut recourir rendent les comparaisons très difficiles.

Bien mieux, dans la série de l'adrénaline et après application locale, l'action mydriatique ne se manifeste que sur l'œil extirpé ; sur l'œil *in situ*, cette action dépend de l'état du système sympathique, si bien que la mydriase adrénalinique constitue une épreuve utilisée en clinique humaine (Gautrelet).

Toutefois, d'après l'analogie de constitution chimique des dérivés formulés ci-dessus, on peut conclure que le support phényléthylaminé est le facteur prépondérant de l'action mydriatique excitosympathique; enfin, il semble bien, d'après les résultats obtenus avec l'éphédrine, que la fonction alcool joue un rôle favorable.

Quant à l'influence de la stéréoisomérie des

éphédrines sur leurs effets mydriatiques, elle n'a pas été étudiée jusqu'à présent; d'ailleurs la question de l'isomérie des éphédrines n'est pas encore complètement élucidée.

En définitive, l'étude systématique des mydriatiques de la série de la phényléthylamine mériterait d'être reprise en faisant varier le support et les diverses fonctions qui y sont attachées.

Nous avons déjà signalé le grand intérêt que présenteraient de tels produits si leur pouvoir mydriatique était plus intense. On pourrait réaliser ainsi une mydriase convenable qui serait susceptible d'être utilisée couramment en oculistique et qui présenterait, sur celle des mydriatiques atropiniques, le double avantage de ne pas entraîner de paralysie de l'accommodation et d'être facilement suspendue par les myotiques antagonistes tels que la pilocarpine ou l'ésérine [1].

Dr M. Tiffeneau,
Professeur agrégé à la Faculté
de Médecine de Paris.

(*A suivre.*)

1. Porcher et Busquet (*Jl de Médecine vétérin. et de Zootechnie*, octobre 1911) ont montré en effet que l'ésérine supprime la mydriase due aux poisons sympathiques tels que la cocaïne et l'éphédrine, tandis qu'elle est sans action sur la mydriase produite par les principaux poisons parasympathiques : atropine, scopolamine, eumydrine.

D'ailleurs, il serait également du plus grand intérêt d'étudier l'association des divers mydriatiques et tout spécialement l'association des mydriatiques actifs et passifs ; dans ce dernier cas, le synergisme serait d'autant plus manifeste qu'il s'agirait de poisons exerçant leurs effets sur des appareils différents. On pourrait ainsi diminuer la concentration en mydriatique passif (atropine) et provoquer une mydriase de durée moindre ou facilement réductible par les myotiques usuels.

LA PRÉVISION SCIENTIFIQUE DU TEMPS

D'APRÈS LE DERNIER LIVRE DE M. GUILBERT [1]

Le beau volume que vient de publier M. Guilbert est, en quelque sorte, le commentaire détaillé, le complément de la *Nouvelle méthode de prévision du temps* publiée en 1909 chez Gauthier-Villars et précédée d'une très intéressante préface du regretté Bernard Brunhes approuvant la méthode nouvelle. L'approbation du rapporteur du Concours de prévision du temps de Liége était toutefois tempérée par quelques critiques bienveillantes rendues nécessaires par la formation d'esprit autodidactique de l'auteur.

L'importance de la nouvelle œuvre de M. Guilbert nous a paru mériter mieux qu'un simple compte rendu bibliographique. Dans les lignes qui suivent, nous nous proposons d'insister un peu plus longuement sur quelques-unes des principales conceptions de l'auteur.

***

L'ouvrage comprend trois parties, d'importance sensiblement égale, partagées en 31 chapitres de longueur très variable.

La première partie est un exposé des *doctrines scientifiques de la prévision du temps*; la deuxième, avant tout pratique, est relative à la *prévision de divers phénomènes atmosphériques*; la troisième, plutôt théorique, expose les idées particulières de l'auteur sur un grand nombre de phénomènes et sur les méthodes de prévision du temps autres que les siennes.

Le chapitre I traite de la carte isobarique et des lois météorologiques sur lesquelles l'accord est complet. Il n'appelle qu'une remarque : la circulation habituelle du vent dans le cyclone (convergent et centripète) et dans l'anticyclone (divergent et centrifuge) n'est vraie que dans l'hémisphère Nord de la Terre; dans l'hémisphère Sud, le vent est divergent et centripète dans le cyclone, convergent et centrifuge dans l'anticyclone [1].

L'énorme chapitre II (50 p.) montre tout de suite l'opposition entre les idées de l'auteur et la « science météorologique classique ».

L'idée fondamentale de G. Guilbert est celle-ci : *le vent est la* CAUSE *de la pression.* Il y a relation de cause à effet entre pression barométrique et le vent de surface, *et celui-là seulement.* Par suite, de la direction et de la vitesse du vent de surface on peut déduire le sens et la grandeur de la variation barométrique prochaine. Le reste (état du ciel, température, précipitations, vent *futurs*) étant, sauf exception, sous la dépendance absolue de la pression, il s'ensuit que cette

1. GUILBERT (Gabriel), Chef de service à l'Office national météorologique : *La prévision scientifique du temps.* — Un vol. grand in-8° de IX-439 pages avec 27 figures dont 21 dans le texte et 6 hors texte (Prix : broché, fr.). A Challamel, éditeur, Paris, 1922.

1. La composante du vent normale à l'isobare est *toujours* centripète dans le cyclone, centrifuge dans l'anticyclone.

Quant à la composante tangentielle, si elle tourne dans le sens inverse des aiguilles d'une montre, le vent est dit *convergent;* il est *divergent* si la composante tangentielle tourne dans le sens des aiguilles d'une montre.

méthode de prévision de la pression est une méthode de prévision rationnelle du temps.

A l'idée fondamentale il faut joindre trois postulats : celui du *vent normal*, celui de la *marche des dépressions vers les régions de moindre résistance* et celui d'après lequel, le vent étant défini par un bonhomme d'Ampère (placé horizontalement à plat ventre, les bras en croix, de façon que le vent lui entre par les pieds et lui sorte par la tête), *dans le cas d'un vent anormal par excès, l'air se déplace normalement au vent vers la gauche du bonhomme d'Ampère.*

La règle précédente donne le même résultat si, au lieu d'imaginer un bonhomme dirigé selon le vent supposé horizontal, on met le bonhomme vertical et recevant le vent dans le dos; mais l'analogie avec les phénomènes électromagnétiques est plus saisissante avec la première position du bonhomme.

Les quatre postulats précédents sont complétés par 25 règles anciennes qui, au lieu d'apparaître de suite, ne figureront qu'au paragraphe 4 du chapitre VI, complétées plus loin par deux règles nouvelles.

Cette partie de l'ouvrage est obligatoirement commune avec le volume de 1909. On ne saurait reprocher à l'auteur, avant d'entrer dans le détail de la mise en pratique de sa méthode, de l'exposer à nouveau à un lecteur qui peut n'avoir pas sous la main la *Nouvelle méthode de prévision du temps* éditée par Gauthier-Villars. Mais, au lieu de conserver la belle sérénité de ceux qui, ayant consacré leur vie à la poursuite de la vérité scientifique, vont droit leur chemin, l'auteur, préoccupé de répondre à ses contradicteurs, en oublie ses 25 règles, qui ne figurent pas dans le paragraphe qui devrait leur être consacré et ne sont données que beaucoup plus loin. L'ordonnance de la première partie en est quelque peu altérée[1].

Les météorologistes de carrière, armés de la carte isobarique quotidienne, trouveront dans les deux livres de G. Guilbert le moyen de faire une excellente prévision du temps.

Mais l'auteur s'est bien gardé d'oublier les simples amateurs, perdus dans leurs campagnes, qui désirent la *prévision du lendemain* ; c'est surtout pour eux que le présent ouvrage a été écrit La distinction des nuages, leur ordre de succession et de marche dans l'espace, constituent la base principale de prévision pour un observateur isolé. Cela explique le soin mis à décrire la *succession nuageuse*, c'est-à-dire la déformation progressive des cirrus, considérés à partir de leur naissance à des altitudes voisines de 15.000 mètres et tombant sous l'influence de la pesanteur; au cours de cette chute fatale, ils se transforment progressivement[1] dans un ordre lié obligatoirement à l'altitude (et par conséquent à la température) jusqu'à leur disparition totale sous forme de neige, de pluie, ou de vapeur d'eau.

On remarquera que les *cumulus* et les *brumes* sont exclus formellement de la succession nuageuse. Pour G. Guillert, le vrai nuage de pluie ou de neige, c'est le cirrus à tous ses états, c'est-à-dire à toutes les altitudes comprises entre 15.000 et 3.000 mètres, et *la pluie n'est que de la neige fondue*, les cumulus ne pouvant donner quelques gouttes d'eau qu'accidentellement. Dans la théorie de Guilbert, les nuages sont des cirrus plus ou moins abaissés; c'est une théorie *per-descensum*. Toutefois, l'auteur admet que les véritables cumulus existent, même sous une forme ascendante. Ils naissent souvent d'un brouillard auroral et s'élèvent jusqu'à 1.500 mètres à mesure que le soleil monte; après quoi, de mamelonnés ils s'aplatissent, se stratifient et deviennent descendants. Ils finissent en cumulo-stratus.

La *brume* est un nuage aérien qui contraste avec le *brouillard*. La brume se forme dans l'air et descend; le brouillard naît au ras du sol et s'élève.

La succession nuageuse, qui commence aux cirrus naissants, se continue par les cirrus filiformes, les cirrus filamenteux, les cirrus moutonnés, les cirrus pommelés et les nuages ordinairement appelés *alto-cumulus*. Il est des jours où les cirrus filamenteux s'agglomèrent et couvrent tout le ciel visible d'un voile léger où se jouent les brillantes couleurs des halos ; on a alors le *pallio-cirrus*, d'une altitude de 9 à 10.000 mètres.

G. Guilbert réserve le nom de *cirro-nimbus* aux bancs isolés ou groupes de cirrus filamenteux qui suivent le passage du *pallio-cirrus*. Ils se présentent communément en masses considérables, aux formes d'enclumes, de bigornes,

1. Le bon sens, qui doit être la vertu primordiale du savant, aurait dû conseiller à l'auteur de laisser de côté la question de Skudesness ; elle avait dormi trente ans dans ses cartons, elle aurait pu y rester sans inconvénient après l'avis exprimé par le professeur Bjerkness. Quand on est conduit à attribuer à un phénomène inconnu des propriétés mystérieuses, contraires à la vraisemblance, il faut crier « casse-cou ! » et laisser la chose de côté. Le bon sens est ici avec M. Bjerkness et l'Office national météorologique qui a rayé Skudesness des stations utilisées par lui. En introduisant les données de cette station dans une règle supplémentaire, l'auteur nous paraît avoir commis une faute que ses détracteurs ne manqueront pas d'exploiter contre lui.

1. Les aiguilles de glace des cirrus, tombant dans un air plus chaud qu'elles, condensent la vapeur d'eau de celui-ci en vertu du *principe de la paroi froide;* il en résulte qu'elles vont constamment en grossissant et en s'empâtant.

dont les pointes figurent des éperons de navires terminés par de véritables filaments. Les halos apparaissent dans ces énormes nuages et en démontrent la structure cristalline. Ces nuages, producteurs de pluie ou de grêle, comme de neige ou de giboulées, sont les seuls nuages d'orage. Les *cirro-nimbus* dont nous venons de parler sont les derniers des cirrus filamenteux et, à ce titre, ils dominent toujours les autres formes : moutonnées, pommelées, irisées, des cirrus.

Toutefois, les cirrus moutonnés peuvent, en descendant, apparaître sous la forme caractéristique d'enclumes, d'éperons, de bigornes, c'est-à-dire de vrais *cirro-nimbus* d'orage. Il en résulte qu'on observe parfois une superposition de *cirro-nimbus*, les plus élevés provenant des cirrus filamenteux, la couche inférieure résultant de la transformation des cirrus moutonnés.

Le *cirro-nimbus* est le plus important de tous les nuages par son action sur le temps. Il est presque toujours accompagné d'un *grain*. En dehors de lui, on n'a qu'un *grain blanc*, sans importance.

La succession nuageuse, par la détermination des nuages passés antérieurement et de ceux qui doivent survenir, est une seconde méthode de prévision du temps, mais cette fois-ci des phénomènes de l'atmosphère, parce qu'elle est une *méthode de prévision des nuages*.

Cette observation de la succession nuageuse, dit l'auteur, n'est pas « ce qu'un vain peuple pense » ; il faut que l'observation soit continue, sans interruption ni lacune. Le ciel doit être observé de minute en minute, afin d'être assuré que tel ou tel nuage de la succession nuageuse a fait, ou non, son apparition. L'ordre de succession ne peut être déterminé qu'autant qu'on aura noté le passage de tous les nuages qui se montrent dans le firmament.

La nuit, malheureusement, est un obstacle invincible pour l'observateur isolé, qui ne peut surveiller le ciel pendant 24 heures consécutives, tandis que, dans un Observatoire météorologique bien organisé, le ciel doit être constamment observé.

En combinant l'examen de la succession nuageuse avec la méthode du vent normal, on a ce que l'auteur appelle : *la méthode mixte de prévision du temps*.

***

La deuxième partie est la plus importante du livre, je n'ose dire la plus intéressante parce que tous les chapitres contiennent des observations ou des théories originales qui fixent l'attention du lecteur.

Dans une série de quinze chapitres dont les titres commencent invariablement par les mots : « Comment et quand prévoir... », l'auteur étudie successivement la prévision du vent (direction et force), des tempêtes, de l'orage, du grain, de la pluie, des variations de température (maxima et minima quotidiens, refroidissements, dégels, etc.), de la chaleur (températures extrêmes), du froid (frimas d'hiver), de la neige, du brouillard, de la gelée blanche (rosée, givre, verglas), de la brume, de la bonne ou de la mauvaise visibilité, de la nébulosité, du beau temps.

Les exemples que l'auteur discute montrent bien la tournure de son esprit hardi dans ses inductions et tirant ensuite de celles-ci toutes les conséquences possibles. Il est très curieux de constater que la prévision du lendemain est le résultat d'une divination raisonnée des causes météorologiques inconnues qui agissent. Détachons, à titre de document, du chapitre VIII, la règle de sagesse suivante que les météorologistes chargés de faire la prévision détaillée du temps du lendemain feront bien de méditer :

« Chaque jour, il faut avoir soin d'examiner, avant de fixer le vent futur du lendemain, s'il doit survenir ou une destruction des dépressions entre elles, ou bien l'arrivée de nouveaux tourbillons. En général, il convient de viser plutôt une nouvelle dépression que de s'attarder à la contemplation de la dépression existante. Les bourrasques sont généralement éphémères et il vaut mieux miser sur une nouvelle dépression pour en faire la directrice des vents futurs que sur la dépression existante. En agissant ainsi, selon d'ailleurs les règles de nos méthodes et d'après l'observation des nuages, nous ferons, non pas des constatations mais de vraies prévisions, audacieuses sans doute, mais que le succès couronnera. »

La succession nuageuse joue un rôle considérable dans les prévisions de la deuxième partie du livre. Elle intervient dans la prévision des tempêtes (chap. VIII), soit par la superposition de deux successions nuageuses, soit par la présence simultanée de cirrus rapides et de brumes lentes.

Dans la prévision de l'orage (chap. IX), l'observation de la succession nuageuse sera notre guide, car c'est par elle seule que l'on peut présumer le passage prochain des *cirro-nimbus*.

Il en est de même dans la prévision des *grains marins* (chap. X) qui appartiennent à la saison froide et aux grandes dépressions hivernales d'octobre à mars. A la prévision des vents d'entre Ouest et Nord, il conviendra d'ajouter la prévision des *cirro-nimbus*.

Quant aux *grains d'été*, ils sont liés aux isobares en V. C'est dans le côté dangereux des cyclones secteurs SE et SW, que se forment les déviations en V, dont le point extrême est en général occupé par un orage ou une averse orageuse.

La prévision de la pluie (chap. XI) est la plus incertaine de toutes. En effet, la dépression barométrique, qui est considérée comme la cause principale de la pluie, et la succession nuageuse, qui seule peut produire la pluie — puisqu'il n'y a pas de précipitations sans nuages — ne coïncident pas toujours. Un centre cyclonique peut survenir alors que la succession nuageuse n'en est qu'au début, avec ses cirrus non pluvieux.

Inversement, la succession nuageuse peut nous avoir présenté des cirrus filamenteux, puis des cirrus moutonnés, même pluvieux, et jusqu'à son pallium glacé, avant même que le baromètre n'ait sensiblement baissé, par conséquent sans dépression.

Si l'on distingue avec l'auteur la *pluie* proprement dite, les *averses*, les *pluies fines*, on conçoit que leur prévision exige des discussions délicates et minutieuses et la mise en valeur de renseignements nombreux.

Dans la prévision de la neige (chap. XV), c'est fréquemment le *cirro-nimbus* qui fournira la précipitation solide.

Lorsque la succession nuageuse proprement dite n'intervient pas dans les prévisions partielles dont il vient d'être question, l'auteur fait appel soit à ses règles, soit à d'autres considérations qui rendent variée et attrayante la lecture de la deuxième partie de l'ouvrage, qui est celle où l'auteur serre de plus près la réalité et où l'étude sereine de la nature règne en maîtresse.

***

Le côté humain, passionné et personnel, reparaît avec la troisième partie, qui porte le titre suggestif de *théories et controverses*.

Dans l'analyse des dix chapitres qu'elle comporte, nous ne citerons aucun nom et nous resterons dans les généralités pour ne mettre aucune acrimonie dans une critique qui doit rester toujours bienveillante et impartiale. Nous trouvons très légitime que l'auteur défende sa méthode, qu'il la compare, quant aux résultats qu'elle donne, aux autres méthodes, qui sont fréquemment, il faut bien le reconnaître, des déviations ou des déformations de la sienne.

Après le moment de notoriété dont elles ont joui vers 1910 et dont il s'étonne à tort, car c'est un fait dont nous avons été témoin comme beaucoup d'autres, les règles de Guilbert ont eu leur éclipse. Après la louange viennent la critique amère et le dénigrement systématique : c'est tristement humain, mais c'est ainsi. L'auteur, qui a un tempérament de lutteur, a réagi et sa défense nous vaut le beau livre, plein de vues originales, que nous avons l'honneur d'analyser aujourd'hui. Dans l'ardeur de sa légitime défense, l'auteur a souvent attaqué ses adversaires et été quelquefois trop loin : on lui pardonnera beaucoup quand on aura lu le paragraphe touchant qui termine la page 432 et qui est une sorte de *mea culpa* plein de noblesse et de dignité.

Nous avons résumé assez longuement les idées de l'auteur pour n'y pas revenir; nous faisons nôtre l'approbation de Bernard Brunhes, qui souligne en passant la nécessité de l'*esprit de finesse*, l'application correcte des règles de Guilbert étant beaucoup moins automatique que celui-ci ne se plaît à le dire.

Incontestablement, l'auteur réussit fort bien la prévision du temps et se trompe rarement; quelques personnes même ont su *attraper* sa manière; mais cela n'est pas suffisant. Dans un grand service météorologique d'Etat, civil ou militaire, il faut quelque chose de plus automatique, de plus accessible aux personnes intelligentes qui n'ont pas l'intuition que donne une vie passée tout entière à l'observation des phénomènes naturels.

On a donc cherché quelque chose de plus simple en prenant dans les conceptions de l'auteur la *scientifique moelle*, comme aurait dit Rabelais. Tous les éléments météorologiques dépendant visiblement de la pression barométrique p, on a été conduit à prévoir les variations de cette quantité, *considérée comme fonction continue du temps t*, et par suite à envisager, en grandeur et en signe, sa dérivée $\frac{dp}{dt}$.

Comme p est une fonction très lente du temps, pour avoir la dérivée il faut pratiquement envisager la variation de p pendant un temps δt assez grand; si l'on prend $\delta t = 3$ heures, le δp correspondant s'appellera la *tendance barométrique*; si l'on prend $\delta t = 24$ heures, le δp permet de construire les *isallobares*.

Tout cela est très simple, très direct et très naturel. Pourquoi donc l'auteur jette-t-il feu et flamme à propos des *tendances barométriques*? Que sa méthode, quand on peut ou sait l'appliquer, permette d'aller plus loin qu'elles, nous l'accordons volontiers; mais ce n'est pas une raison suffisante pour être exclusif et intransigeant. Nous croyons que l'auteur est fréquemment dans

la bonne voie, mais il n'est pas démontré qu'il possède la vérité scientifique totale. Il est donc parfaitement admissible qu'on cherche à faire autrement que lui; la vérité scientifique n'est pas un article de foi et la science est à tout le monde, d'autant qu'on peut parvenir à la vérité par beaucoup de chemins très différents.

Il n'en est pas moins vrai que, dans beaucoup de questions, l'auteur a été un précurseur et un novateur. Il a eu des idées heureuses adoptées par tout le monde; l'idée d'utiliser le vent de surface seul pour prévoir la pression barométrique (dont dépendent toutes les autres données météorologiques) est de lui. Certaines expressions courantes dans la terminologie de la prévision du temps lui sont dues, qu'on a tort, selon nous, de changer sous prétexte de leur donner un sens légèrement différent du sens primitif. Nous préférerions, au point de vue de la clarté et de la loyauté, voir les météorologistes suivre l'exemple donné par les mathématiciens et parler de la succession nuageuse *au sens de M. Guilbert*, de la succession nuageuse *au sens de M. X.*, de la succession nuageuse *au sens de M. Y.*, etc., pour prendre un cas particulier.

Jamais on n'a fait, en France, autant de météorologie que depuis la guerre; ce sont là des conditions excellentes pour que cette science, si utile à l'agriculture et à l'art de la guerre, avance. Mais elle avancerait beaucoup plus si les météorologistes voulaient bien s'entendre, unifier leur terminologie et leurs méthodes de prévision du temps, et se rappeler toujours que l'étranger est là qui compte les coups qu'ils se donnent et met à profit leurs divisions.

Le temps, qui est un grand maître, montrera, dans un avenir prochain, quelles sont, des idées de Guilbert et de ses contradicteurs, celles qui sont justes et méritent de survivre; les autres, les idées fausses, tomberont rapidement dans l'oubli.

Nous n'aurons garde de prolonger par des remarques de détail cet aperçu déjà trop long; mais l'importance de l'œuvre accomplie en météorologie par l'auteur et le labeur énorme que représente l'ouvrage dans lequel il a résumé et codifié quarante années d'observation continue du temps méritaient l'effort que nous nous sommes imposé pour essayer de donner du livre, aux lecteurs de la *Revue générale des Sciences*, une présentation digne de lui.

Il n'est que juste de souhaiter le succès d'un tel livre, qui ne fait double emploi avec aucun des ouvrages connus et qui complète très heureusement la *Nouvelle méthode de prévision du temps* de l'auteur et les *Etudes élémentaires de Météorologie pratique* de A. Baldit.

E. Mathias,
Correspondant de l'Institut,
Directeur de l'Observatoire du puy de Dôme.

BIBLIOGRAPHIE

ANALYSES ET INDEX

1° Sciences mathématiques

Andoyer (H.), *Professeur à la Sorbonne, membre de l'Institut.* — **L'Œuvre scientifique de Laplace.** — *Un vol. petit in-16 de 162 p., de la Collection Payot (Prix, relié : 4 fr.). Payot et Cie, Paris,* 1922.

Il serait difficile de condenser aussi complètement dans un plus petit volume l'œuvre prodigieusement vaste de Laplace.

A vrai dire, malgré son étendue, cette œuvre n'est pas dispersée et M. Andoyer a bien su marquer qu'elle se rattache à deux idées principales : pousser jusqu'à ses dernières conséquences l'application de la loi de la gravitation universelle, systématiser, développer et constituer en science distincte les recherches jusqu'avant lui disparates concernant la théorie des probabilités.

L'ouvrage de M. Andoyer se compose de quatre chapitres dont la répartition des matières est très propre à en faciliter la lecture. Le premier chapitre est un aperçu général sur la personnalité et l'œuvre de Laplace. Chemin faisant M. Andoyer, s'autorisant de l'appréciation de Napoléon sur les aptitudes administratives de Laplace et d'un mot de Pascal, se montre un peu dur pour les mathématiciens qui croient pouvoir s'intéresser aux affaires publiques. Si les qualités du mathématicien sont distinctes de celles de l'homme d'Etat, elles ne sont pas incompatibles avec elles. Ne sont-ce pas précisément des mathématiciens qui, comme ministres de la guerre, aux époques les plus terribles de notre histoire, ont su équiper et remettre sur pied des armées près de se dissoudre.

Dans le second chapitre, M. Andoyer examine les caractéristiques de l'œuvre de Laplace et en fait une analyse captivante.

Le troisième chapitre, consacré à la contribution de Laplace à la Mécanique céleste, est d'une lecture nécessairement plus ardue et suppose au lecteur une certaine connaissance de l'Astronomie mathématique.

Dans le troisième chapitre sont analysés les travaux de Laplace sur les probabilités.

Enfin le dernier chapitre passe en revue toutes les recherches diverses et les traités didactiques de Laplace.

MAURICE FRÉCHET
(Université de Strasbourg).

2° Sciences physiques

Moreux (Abbé Th.). — **Pour comprendre Einstein.** — *1 vol. in-12 de 246 p. avec figures (Prix net : 7 fr.). Gaston Doin, éditeur, Paris,* 1922.

M. l'abbé Moreux n'est pas ce qu'on appelle aujourd'hui un Relativiste. Il n'admire point sans réserve les nouvelles doctrines; surtout, il semble exaspéré, avec quelque apparence de raison, par les exagérations des commentateurs et des vulgarisateurs pour qui toute science commencerait à Einstein et qui, comme l'un d'eux, et non des moindres, l'a écrit, vont jusqu'à attribuer à Einstein « le mérite essentiel d'avoir ouvert toute grande aux hommes une nouvelle fenêtre sur l'éternité ».

M. l'abbé Moreux dresse, en un raccourci fort net, le bilan de la Physique au moment où parut Einstein. Après quoi il expose la doctrine de la relativité en une langue susceptible d'être entendue de tout esprit cultivé. Il en envisage l'aspect métaphysique et discute longuement les concepts d'espace et de temps, l'infinitude de l'Univers, les relations entre l'espace et la matière. Mais il n'a garde d'oublier l'expérience, seul critérium des théories, et il examine attentivement les vérifications expérimentales qu'on a données du principe de relativité.

Ses conclusions sont assez sceptiques :

1° En ce qui concerne la relativité restreinte, « celle-ci, dit-il, existe dans la science depuis de longues années; elle est tout entière l'œuvre, non d'Einstein, mais de Lorentz qui l'a conçue pour rendre compte de la dynamique de l'électron; c'est Lorentz, on ne saurait trop le répéter, qui, le premier, nous a livré sous leur aspect définitif toutes les formules de la Relativité : simultanéité optique, temps local, postulats, tout cela est la propriété de Lorentz. — Mais une formule mathématique... n'est pas une théorie, l'interprétation en est toujours arbitraire; Lorentz avait conclu à une contraction réelle des objets pour expliquer l'expérience de Michelson : Einstein est intervenu, qui a simplement changé ce point de vue : Pour lui la contraction n'est qu'apparente. Telle est la seule part intéressante du physicien allemand dans la doctrine de la Relativité restreinte. »

2° Dans la Relativité généralisée, « nous nous trouvons en présence d'un ensemble grandiose de formules mathématiques, rigoureusement enchaînées, mais qui, cette fois, ne sont susceptibles d'aucune interprétation ». Les relativistes « ont peut-être, par leurs formules, signalé des rapports naturels, insoupçonnés de nos devanciers, mais le plus souvent, les divergences avec notre Mécanique classique sont si faibles, les assises de leur théorie si peu assurées, qu'on est en droit de se demander si les efforts déployés pour d'aussi faibles résultats justifient tant de bruit... ».

En résumé, il y a, d'après M. l'abbé Moreux, beaucoup à critiquer dans l'œuvre d'Einstein. Et en ce qu'elle a de meilleur elle ne nous a rien appris que n'eût déjà enseigné Lorentz. On pourrait même faire remonter beaucoup plus loin dans le passé l'idée maîtresse de la Relativité et je signale à M. l'abbé Moreux cette pensée profonde de Lucrèce : « Personne, il faut le reconnaître, n'a le sentiment du temps en soi, en dehors du mouvement des choses et de leur repos [1]. »

Même si l'on n'approuve pas toutes les réserves

1. *De Rerum Naturæ*, Livre I, vers 462-3.

de M. l'abbé Moreux, on a été tellement excédé de grandiloquence admirative à propos de la Relativité qu'on est reconnaissant à M. l'abbé Moreux d'avoir osé critiquer une doctrine qui est souvent d'autant plus admirée qu'elle est moins comprise.

A. Boutaric,
Professeur à la Faculté des Sciences de Dijon.

Hackspill (Louis), *Professeur à la Faculté des Sciences de l'Université de Strasbourg.* — **L'Azote.** La fixation de l'azote atmosphérique et son avenir industriel. — 1 *vol. in-8° de* 272 *p. avec* 39 *fig.* (*Prix : 14 fr.*). *Masson et Cie, Gauthier-Villars et Cie, Paris,* 1922.

L'ouvrage de M. Hackspill, publié dans l'*Encyclopédie Léauté*, constitue une monographie de la fixation de l'azote, et donne une vue précise de l'état actuel de la question. Les fonctions que l'auteur a remplies dans les commissions de contrôle en Allemagne l'ont mis à même de rassembler des observations précieuses qui, aidées par une documentation abondante, lui ont permis de mettre en lumière toutes les faces d'un problème industriel dont l'importance croît chaque jour.

Après un court exposé du rôle de l'azote dans l'alimentation des êtres organisés, et un rappel des prévisions bien connues de Crookes, l'auteur examine rapidement la synthèse des cyanures et des nitrures, qui ne semble pas encore avoir atteint la phase industrielle, puis consacre un chapitre à la cyanamide. La théorie et la technique de sa formation, clairement exposées, sont l'occasion d'un premier aperçu sur l'extraction de l'azote et sa purification.

Le chapitre suivant développe la théorie de la synthèse de l'ammoniac et étudie les modes de préparation de l'hydrogène que celle-ci nécessite. L'importance du prix de revient de cet élément ne saurait être exagérée : ceux qui ont suivi les récentes discussions sur les divers procédés de synthèse savent que le pivot en était le coût de l'hydrogène fourni par les méthodes en présence.

La partie la plus intéressante et la plus vivante du livre de M. Hackspill est, à notre avis, constituée par les chapitres qui suivent, et surtout par celui qui contient la description des colossales usines d'Oppau et de Merseburg. Il n'est pas possible de résumer ici un exposé lui-même très condensé, puisque l'auteur a réuni dans une quarantaine de pages tout l'essentiel de ces merveilleux organismes, y compris l'historique et l'organisation intérieure. Des schémas très clairs ajoutent encore à l'intérêt.

En regard de ce qui a été accompli en Allemagne, les installations d'essai des autres pays paraîtraient bien peu de chose, mais le procédé Claude est gros de promesses. Il y a lieu de regretter que M. Hackspill n'ait pu lui consacrer que quelques pages, contraint qu'il était à la brièveté par le cadre de son livre. Heureusement, ceux que la question intéresse, et ils sont nombreux, peuvent trouver dans divers périodiques, et en particulier dans la *Revue générale des Sciences*, le texte des conférences dans lesquelles M. G. Claude a lui-même fait connaître et défendu ses méthodes.

Avant d'abandonner l'ammoniac, l'auteur examine les produits qui en dérivent, sels ammoniacaux, urée et engrais composés; nous devons déclarer que nous ne partageons pas son avis au sujet des mérites de certains dérivés de la cyanamide.

Viennent ensuite la synthèse des oxydes de l'azote et leur récupération par des procédés physiques et chimiques; l'oxydation de l'ammoniac par catalyse, qui est étudiée en détail; l'absorption des vapeurs nitreuses; la concentration de l'acide nitrique.

Un chapitre spécial est consacré à l'étude du prix de revient de l'azote fixé par les divers procédés : on conçoit qu'il ne soit pas le moins important de l'ouvrage, quand on songe aux éléments si divers et si variables qui constituent ce facteur, somme toute le seul qui compte en définitive. Un exposé de ce genre, forcément aride, risquait de rebuter le lecteur : il faut féliciter l'auteur d'avoir réussi à le rendre aussi attrayant que le reste.

Suivent les modes d'utilisation des engrais azotés et la comparaison de leurs effets : les conclusions à en tirer à l'avantage des uns ou des autres sont bien délicates, en présence de l'infinie variété des conditions d'emploi, aussi on comprend la réserve de M. Hackspill.

L'ouvrage se termine par une statistique de la production et de la consommation des composés de l'azote : les conséquences qu'en déduit l'auteur, que l'on est contraint d'approuver, sont peu faites pour encourager à l'optimisme, quand on compare l'inertie de nos pouvoirs publics et de notre grande industrie, empêtrés dans de vaines discussions, avec la fiévreuse activité de nos anciens ennemis, demeurés nos rivaux : le monopole allemand est menaçant, et ce ne sont pas les barrières douanières qui nous mettront à l'abri de ses dangers. Espérons que le présent ouvrage, en plus de ses mérites propres, aura celui de contribuer à émouvoir l'opinion publique, et à l'intéresser de plus en plus à la question de l'azote, qui dépasse les limites d'un problème scientifique et même industriel, pour revêtir vraiment une importance nationale.

En résumé, le livre de M. Hackspill est une excellente mise au point d'un sujet en pleine évolution, qui s'y trouve exposé avec précision et méthode. Il est complété par une bibliographie qu'on souhaiterait groupée, et de bons index parmi lesquels la table des Usines et Sociétés citées constitue une innovation utile. A signaler les notices que l'*Encyclopédie Léauté* place en appendice de ses volumes, et contenant des renseignements puisés auprès des entreprises s'occupant des industries étudiées dans le corps de l'ouvrage. On devine dans le cas présent quels plaidoyers *pro domo* constituent ces notices : nous avons cru percevoir un écho affaibli des discussions épiques dont la Société des Ingénieurs civils fut le siège il y a quelques mois.

Il nous semble en terminant que c'est ici le lieu de se louer de la tendance actuelle de l'enseignement de la Chimie industrielle, qui ne se borne plus à une description de procédés et d'appareils dont la destinée est de

céder la place à d'autres sans cesse plus perfectionnés mais les considère comme les éléments d'un ensemble en perpétuelle évolution; évolution qui a son principe dans les recherches de science pure, mais qui est largement influencée par les conditions techniques et économiques, comme le fait si bien ressortir l'ouvrage de M. Hackspill.

A. Sanfourche.

Witz (A.), *Correspondant de l'Institut.*— **Les Gazogènes.** — *1 vol. in-16 de 384 pages avec 100 figures (Prix : 15 fr.). Librairie J.-B. Baillière et fils, Paris, 1922.*

C'est avec un très vif plaisir que nous avons lu l'ouvrage de M. A. Witz sur les gazogènes. Sous un aspect modeste, sans emploi de calculs rébarbatifs, ne donnant à la partie théorique que la place strictement nécessaire, ce travail constitue certainement l'ouvrage le plus complet, le plus clair, existant à l'heure actuelle sur les gazogènes. Si, à toutes ces qualités découlant de la valeur de l'auteur tant au point de vue technique qu'au point de vue didactique, l'on ajoute le charme d'un style alerte, l'on pourra se rendre compte de la très grande valeur du traité de M. A. Witz.

Dès le début, au chapitre des définitions préliminaires, l'on se rend compte, avec plaisir, de l'esprit dans lequel et avec lequel ce travail a été exécuté. Ce souci du mot exact, de la définition précise est caractéristique. Après un historique des gazogènes, au cours duquel l'on suit leur évolution, les transformations et leurs causes, se trouvent très complètement exposés les combustibles (solides exclusivement) et les phénomènes qui accompagnent leur combustion. Très sagement, dans ce chapitre, l'auteur met en garde le lecteur vis-à-vis des théories plus ou moins ingénieuses échafaudées pour expliquer les réactions qui prennent naissance au cours de la combustion. C'est dans ce chapitre que la semi-distillation (coalite) est simplement mentionnée: étant donnée l'importance de cette question au point de vue gazofacteur, nous aurions été heureux de lui voir donner un plus grand développement.

Décrivant les types de gazogènes et exposant leur théorie, l'auteur se montre partisan des gazogènes à insufflation dont le haut-fourneau est le type le plus caractéristique. Pourquoi, dans ces conditions, au cours de la description des appareils n'avoir fait que mentionner les gazogènes à fusion de cendres (type Sépulchre)?

Vient ensuite l'exposition des propriétés et qualités des gaz produits par les divers types de gazogènes; à noter les chapitres tout particulièrement remarquables sur l'échantillonnage des combustibles, les mesures des pouvoirs calorifiques des combustibles solides et gazeux. Les renseignements contenus dans ces chapitres acquièrent, du fait de la grande pratique que l'auteur a de ces questions, une autorité indiscutable. Un autre chapitre très bien traité est celui du calcul des rendements, très complet, avec des calculs simples et clairs.

Une monographie des principaux gazogènes, très judicieusement sélectionnés, de près de 200 pages, termine l'ouvrage; l'esprit critique de l'auteur rend cette description vivante, intéressante; elle est d'autre part très suffisamment complète.

L'ouvrage comporte un grand nombre de tableaux contenant toutes les valeurs, toutes les données nécessaires pour les calculs se rapportant aux gazogènes. A titre de mémoire, et ceci constitue une preuve de plus de l'esprit pratique ayant présidé à la rédaction de cet ouvrage, un tableau donne en français, anglais, italien et allemand, les divers termes spéciaux employés dans la littérature technique des gazogènes.

M. Desmarets.

3° Sciences naturelles

Meunier (Stanislas), *Professeur honoraire au Muséum national d'Histoire Naturelle.* — **Histoire géologique de la pluie.** — *Un volume in-8° de 324 p. avec 40 figures. Librairie Vuibert, Paris, 1921.*

« La pluie est une grande méconnue. » Tel est le thème du nouvel ouvrage du savant Professeur honoraire de Géologie du Muséum d'Histoire Naturelle. En un style aimable et coloré, l'auteur nous entretient tantôt des travaux actuels de la pluie, qui témoignent de l'impossibilité pour les rivières d'acquérir un profil d'équilibre, tantôt de l'action des eaux courantes dont le glissement sur les pentes permet seul d'expliquer la genèse du « diluvium », tantôt de l'infiltration des eaux de pluie, dont un des effets serait la formation des galets striés.

La pluie collabore activement et intimement aux diverses « fonctions géologiques : fonction volcanique, « fonction bathydrique, fonction épipolhydrique, fonction « éolienne, fonction océanique, fonction biologique ». Grâce à l'eau sans cesse infiltrée, le granit est une roche actuellement en voie d'élaboration et non point un produit de fusion. Considérable aussi est le rôle de l'érosion souterraine dans le « soulèvement des montagnes ». C'est grâce à elle que les matériaux lithoïdes sont pourvus d'une plasticité qui les plie aux contractions de l'écorce terrestre. A la faveur des eaux surchauffées en profondeur se produisent des lames de charriage qui deviennent des ridements montagneux.

L'ouvrage de M. Stanislas Meunier se termine par des considérations sur « La dernière pluie ». Sa lecture facile laisse dans l'esprit l'impression de développements tout à fait originaux, infiniment loin d'ailleurs des idées universellement admises. La hardiesse de vues de l'auteur fait regretter que la bibliographie infrapaginale, généralement antérieure à la date de naissance de celui qui écrit ces lignes, n'ait pas toujours permis à l'éminent Professeur du Muséum d'exercer sa critique sur l'immense domaine des acquisitions récentes des sciences géologiques.

L. Joleaud.

Gattefossé (J.). — **Voyage d'études au Maroc** (*Extrait du* T. XLI *des* Annales de la Société botanique de Lyon). — *1 vol. in-8° de 37 p. avec 20 pl. Société botanique, 1, place d'Albon, Lyon, 1921.*

MM. Jean Gattefossé et Jahandier ont effectué au Maroc, en 1920, une herborisation dont les résultats

sont des plus intéressants et viennent augmenter largement notre connaissance de la flore marocaine.

Ayant constaté, lors d'une mission au Maroc, la richesse de cette flore et l'attrait qu'elle exerce sur les botanistes, j'ai apprécié d'autant plus la valeur de cette nouvelle contribution.

En 95 jours de voyage, les deux naturalistes ont parcouru 4.300 kilomètres d'itinéraire, au cours duquel ils ont récolté, en 65 journées d'herborisation, 724 espèces appartenant à 83 familles.

Sur ce total 3 espèces sont entièrement nouvelles :

Genista Jahandiezi Batt.

Solenanthus Watieri R. Maire

Sedum Gattefossei Batt. et Jah.

Six variétés sont également nouvelles; enfin six espèces sont nouvelles pour l'Afrique du Nord et cinq pour le Maroc seulement. Soit, au total, 20 acquisitions pour la flore marocaine.

Nous ne suivrons pas les voyageurs dans le détail de leurs étapes.

M. Gattefossé a su rendre la lecture de son livre attrayante, même pour des profanes, évoquant des paysages pittoresques et des scènes indigènes pleines de saveur locale.

Une belle collection de photogravures est annexée à cet ouvrage qui sera lu avec le plus vif intérêt par tous ceux qui connaissent le Maroc ou qui suivent avec curiosité les progrès de sa rapide évolution.

M. Rigotard,
Ingénieur agronome,
Chef du Service de l'Agriculture
de l'Ile de la Réunion.

Cuénot (L.), *Correspondant de l'Institut, Professeur à la Faculté des Sciences de Nancy.* — **La Genèse des Espèces animales.** 2e *édition entièrement refondue.* — 1 *vol. in-8° de* 558 *p. avec* 109 *fig.* (*Prix :* 25 *fr.*). *Librairie Félix Alcan, Paris,* 1921.

Nous nous excuserons d'être si en retard pour signaler ici la 2e édition de l'ouvrage du Prof. Cuénot, dont la 1re avait été présentée aux lecteurs de cette revue il y a onze ans[1]. Rappelons en quelques mots, d'après l'auteur lui-même, le contenu de ce volume.

Il se divise en 5 parties : dans la 1re, l'auteur retrace l'évolution des idées qui a conduit à l'acceptation définitive de la doctrine transformiste ; la 2e passe en revue le peuplement des différents milieux et les caractéristiques de leurs faunes; la 3e montre comment et sous quelles influences l'animal varie, et comment les variations se transmettent et sont préservées. Après cet exposé des faits concrets vient une 4e partie, plus spécialement critique et explicative, où sont examinées les conceptions que l'on peut actuellement se faire de la genèse des espèces et des adaptations. Enfin une 5e partie est consacrée, à titre d'applications, à un certain nombre de problèmes biologiques d'une difficulté particulière (atrophie des ailes et des yeux, homochromie, mimétisme, etc.).

Cette seconde édition a été d'une part mise au courant autant que possible des nouveaux travaux parus depuis 10 ans, d'autre part refondue d'une façon complète dans la plupart de ses chapitres. L'auteur a même supprimé l'étude de certaines questions pour traiter les autres plus à fond.

La position personnelle de l'auteur est restée la même : pour lui, le transformisme, indépendamment des théories explicatives auxquelles il a donné naissance, est un fait qu'il n'est plus permis de nier. Par contre, parmi ces théories, il considère comme périmées aussi bien celle de Lamarck que celle de Darwin, et aucune des hypothèses des écoles post-darwiniennes ne lui donne davantage satisfaction ; au fond « le problème (de l'évolution) reste donc presque entier ».

Il faut remercier M. Cuénot d'avoir fait si judicieusement la critique des théories absolues et, tout en présentant à ses lecteurs une riche moisson de faits solidement établis, de les avoir mis en garde contre les hypothèses qui donnent trop vite une satisfaction illusoire.

R. J.

4° Sciences médicales

Bainbridge (W. S.). — **Le Problème du Cancer.** *Traduit de l'anglais par le* Dr Hertoghe (*d'Anvers*). — 1 *vol. in-8° de* XXIII-484 *p.* (*Prix : broché,* 32 *fr.; cart.,* 36 *fr.*). *Louvain, A. Uystpruyst; Paris, G. Doin, éditeurs,* 1922.

Le livre de Bainbridge (dont la première édition parut en langue anglaise, à New-York, avant la guerre) n'est pas le manuel pour étudiants, la revue générale mise au goût du jour à l'usage des médecins, la compilation réalisée avec plus ou moins de sens critique et d'impartialité. C'est par bien des points un livre original.

Comme l'auteur le dit lui-même dans sa préface : « En présence de l'intérêt croissant et universel qui s'attache au cancer, le besoin s'est fait sentir d'avoir sous la main un livre facile à consulter, pas trop grand, donnant d'une manière succincte et intelligible l'état actuel de nos connaissances. Le praticien, le spécialiste, le profane instruit, le conférencier hygiéniste, tous ceux en un mot qui s'intéressent à la santé publique s'en serviraient avec fruit. » Bainbridge a réalisé ce programme, autant du moins qu'il peut l'être par un homme d'une seule compétence (Bainbridge est chirurgien en même temps que cancérologue) en une matière difficile, complexe et qui touche à toutes les branches des sciences biologiques. Tous les problèmes sont successivement examinés, et toujours d'un point de vue personnel; toutefois ils ont reçu des développements fort inégaux en valeur et en étendue.

Le livre est divisé en 14 parties, dont chacune comprend un ou plusieurs chapitres.

1. *Historique.* — Renonçant avec raison à répéter une fois de plus et inutilement les théories périmées des temps lointains, l'auteur s'étend surtout sur l'histoire des recherches concernant le cancer entreprises depuis une trentaine d'années dans les divers pays. On trouvera dans ce chapitre d'intéressants renseignements sur les principales Institutions consacrées au

1. *Rev. gén. des Sc.* du 30 juillet 1911, t. XXII, p. 585.

cancer en Allemagne, en Angleterre et aux Etats-Unis d'Amérique. De la revue rapide des efforts collectifs accomplis, Bainbridge tire une conclusion qui risque d'être jugée singulière par beaucoup : « La création de comités, de fonds spéciaux et de dotations de laboratoires ne nous a pas servi de grand'chose... sauf là où des savants de tout premier ordre ont été engagés, qu'on a laissé travailler sans contrainte, on a fait peu ou pas de progrès. »

2. *Répartition générale du Cancer.* — Le cancer est d'abord envisagé dans le règne végétal, puis dans le règne animal (aperçu sur la répartition zoologique du cancer spontané). Enfin l'auteur examine la répartition ethnographique et géographique du cancer humain ; il conclut à l'insuffisance des données jusqu'ici recueillies, pour établir une comparaison correcte entre les races et entre les pays, au point de vue de la fréquence du cancer.

3. *Statistique.* — Calcul de la mortalité cancéreuse dans les différents pays, selon le siège anatomique du cancer, la profession, etc. L'auteur passe au crible de la critique les documents publiés, montre les difficultés de la tâche, et met en garde contre les déductions abusives qu'une confiance aveugle ferait aisément tirer des statistiques. La fréquence du cancer paraît augmenter dans la plupart des pays civilisés : cette augmentation est-elle réelle ou apparente ? il ne paraît pas encore possible de se prononcer.

4. *Etiologie.* — L'auteur étudie sous ce titre non seulement les circonstances qui prédisposent au cancer, mais encore les hypothèses émises sur la cause et les agents de la maladie (partie que l'on a coutume d'appeler pathogénie). Il conclut de l'exposé des théories que « nous n'avons aucune notion exacte, ni même plausible, de la nature du cancer. »

5. *Histopathologie.* — Le texte de ce chapitre est court, ce qui ne signifie pas que l'auteur n'attache qu'une faible importance à l'étude histologique des tumeurs : il rappelle, à plusieurs reprises, que nos connaissances en matière de pathologie du cancer ont pour fondement l'Histologie ; — que les travaux histologiques de Thiersch (1865) et de Waldeyer (1867) ont définitivement jeté à bas les théories humorales de la maladie, au profit de son origine locale, et par conséquent assis sur une base inébranlable son traitement logique par l'exérèse chirurgicale. Mais Bainbridge a remplacé le texte par une série de dessins de bonne qualité, — autrement plus lisibles, et même plus exacts, peut-on dire sans crainte du paradoxe, que les microphotographies qui illustrent (!) trop d'ouvrages américains.

6. *Résumé des études mondiales (ou modernes ?) sur le cancer.* — Ce chapitre, que je regrette de trouver médiocrement ordonné et assez obscur, est consacré à l'exposé des résultats expérimentaux obtenus par la greffe des cancers.

7. *Marche clinique du cancer, diagnostic et erreurs de diagnostic.* — Dans le dernier chapitre de cette partie, Bainbridge évalue à 8 ou 9 °/o le nombre des malades qu'on opère, ou dont la mort est imputée au cancer, et qui pourtant n'en étaient pas atteints. C'est ainsi que s'expliquent les guérisons, par les méthodes les plus diverses, de cancers prétendus, qui n'étaient autres que de faux cancers. Mais combien plus souvent l'erreur inverse est commise : c'est-à-dire que de vrais cancers on méconnaît !

8. *Prophylaxie.* — En l'absence de toute donnée certaine sur la pathogénie du cancer, la prophylaxie se borne à éliminer les facteurs locaux prédisposants. A vrai dire, il est généralement difficile d'éviter le cancer ; mais il est devenu facile d'éviter d'en mourir, sous la condition d'un diagnostic précoce et d'un traitement correct.

9. *Essai des médications anticancéreuses.* — Chapitre de combat, excellent, où Bainbridge attaque vigoureusement toutes les catégories de charlatans, aussi bien médecins que laïques. On trouvera là, exécutés comme il convient, à titre d'exemples, des produits prônés dans les journaux parfois sous le patronage de noms propres qui ont eu leur temps de célébrité. Bainbridge admet l'essai loyal de toute médication nouvelle anticancéreuse, à la condition qu'elle soit présentée avec un minimum d'honnêteté — ce qui n'est pas ordinairement le cas. Il montre « le mal que peuvent faire les journaux médicaux ou politiques en exaltant prématurément l'application de n'importe quelle méthode de traitement » à une époque « où l'on peut en toute confiance et avec une sérénité absolue exploiter la crédulité, la faiblesse et la souffrance humaines ».

10. *Traitement non chirurgical.* — L'auteur passe en revue les caustiques, la physiothérapie, la biothérapie. La destruction des cancers par les caustiques n'a guère qu'un intérêt historique. La *biothérapie* n'a encore rien donné ; elle ne peut nous fournir aucun secours tant que nous ne serons pas plus avancés sur la nature du cancer : les tentatives faites avec les toxines microbiennes, les sérums, les vaccins, les extraits d'organes n'ont laissé que le souvenir d'innombrables déceptions. Baindridge ne parle pas de la *chimiothérapie*, qui n'a d'ailleurs donné jusqu'ici aucun résultat sérieux dans le cancer, bien qu'on doive en espérer beaucoup.

La *physiothérapie* comprend les traitements par : la chaleur, — la lumière sous différentes modalités, — les corps fluorescents, — l'électro-cautérisation, — les courants de haute fréquence et de plus ou moins haute tension, employés pour la première fois par Rivière, et qui ont été appliqués sous diverses modalités et des noms divers (fulguration de Keating-Hart, diathermie de Nagelschmidt, électro-coagulation et voltaïsation bipolaire de Doyen, dessiccation-oscillatoire de Clark, thermo-radiothérapie de Keating-Hart), — l'ionisation chirurgicale, etc., les rayons X et les corps radio-actifs. Baindridge n'est pas loin, semble-t-il, de placer sur le même pied toutes ces méthodes.

Il est regrettable qu'en ce qui concerne les rayons X et les foyers radio-actifs — les seules méthodes de traitement dignes, par les résultats acquis, d'entrer en concurrence avec l'exérèse chirurgicale — la documentation de l'auteur, aussi bien que ses conclusions, témoignent d'une connaissance absolument rudimentaire de la question. Comme beaucoup de chirurgiens, Bainbridge a été fortement et défavorablement influencé par l'ava-

lanche incessante de publications charlatanesques qui sévit dans tous les pays et particulièrement en Amérique, à propos des vertus curatives des rayons X et des corps radio-actifs à l'égard des cancers. « Bien que le radium atteigne des prix de famine, la littérature en devient de plus en plus volumineuse. Nous tendons des mains suppliantes pour qu'on nous en procure quelques milligrammes, et on nous donne... une bibliothèque » (p. 305). La littérature radiothérapique ne diminue pas d'abondance, hélas! Toutefois grâce aux progrès de la physique et au perfectionnement de la technique, Bainbridge ne manquera pas au devoir d'enregistrer, dans la prochaine édition de son ouvrage, la justification de quelques-unes des espérances que le radium et les rayons X ont fait naître. L'exérèse chirurgicale, dans la cure du cancer, perd certainement du terrain au profit de la stérilisation du processus néoplasique par les radiations.

11. *Traitement chirurgical.* — L'auteur donne, en un chapitre court, mais qui paraît excellent, les règles générales de la chirurgie du cancer; puis il expose les conséquences en technique chirurgicale de la théorie de Handley sur la dissémination du cancer de proche en proche par « perméation » lymphatique. Enfin il passe en revue, très longuement sur certains points (ligatures atrophiantes, par exemple), la chirurgie palliative du cancer.

12. *Cancer inextirpable* : soins de toute nature à donner aux malades.

13. *Hospitalisation des cancéreux.* — Une enquête sur les institutions hospitalières destinées aux cancéreux montre combien il reste à faire dans cette voie en Amérique. La situation serait pire ailleurs, en Angleterre, en Allemagne, en Autriche. L'auteur ne mentionne pas l'organisation de l'hospitalisation des cancéreux en France : elle y est presque inexistante. Il signale cependant que l'Institution du Calvaire, dont il existe une filiale à New-York, a été fondée à Lyon, en 1847.

14. *Education du public en matière de Cancer.* — Depuis que la traduction française du livre de Bainbridge a paru, une Commission du Cancer a été créée au Ministère de l'Hygiène, en France. Elle réunit 80 personnes, parmi les plus qualifiées. Elle aura largement rempli son rôle, si elle aboutit simplement à ceci, sur quoi insiste avec raison Bainbridge parce que c'est le fondement de la lutte contre le cancer : l'*instruction du public et celle des médecins praticiens.*

Il y a dans le livre de Bainbridge bien des imperfections et quelques sérieuses lacunes (je signale, entre autres, les recherches de ces dernières années sur la production expérimentale du cancer par les substances chimiques irritantes, et au moyen de l'infestation par des vers parasites; — l'état actuel de la radiothérapie). Elles ne diminuent pas l'utilité de l'ouvrage, ni les mérites très grands de l'auteur : son œuvre, sincère et droite, répond entièrement à la touchante dédicace placée en tête du volume : « A ceux qui, par milliers, souffrent et meurent du Cancer; à ceux qui en recherchent la cause et la guérison ; à ceux qui, noblement, consacrent leur vie et leur fortune à le combattre, ce livre est dédié : puisse-t-il jeter quelque lumière sur la sombre énigme. »

Cl. Regaud,
Directeur du Laboratoire de Biologie
de l'Institut du Radium
de l'Université de Paris.

5° Sciences diverses

Lallemand (Ch.), *Membre de l'Institut et du Bureau des Longitudes.* — **L'Anarchie monétaire et ses conséquences économiques.** — *Une plaquette de 38 pages, avec 5 tableaux annexes (Prix : 2 fr.). Gauthier-Villars et Cie, éditeurs, Paris,* 1922.

A notre époque, où l'édifice monétaire mondial se trouve profondément ébranlé, l'ouvrage de M. Ch. Lallemand précise d'une façon remarquable les conditions auxquelles sont soumis le rétablissement des finances publiques et la reprise de relations économiques normales entre les pays. Il n'existe pas en effet de remède, dont l'efficacité puisse être immédiate, à la situation créée par la guerre, et l'auteur, nous mettant en garde contre les théories dangereuses, dont l'application ne saurait constituer qu'un palliatif temporaire, indique nettement la voie où il convient de s'engager.

Après avoir rappelé, au moyen d'exemples particulièrement bien choisis, le rôle de la monnaie et ses transformations successives jusqu'à l'avènement du papier, M. Ch. Lallemand expose le mécanisme des changes ; il fait ressortir les funestes conséquences, au point de vue économique et social, du cours forcé et de l'inflation fiduciaire. L'exemple de l'Allemagne lui fournit ensuite l'occasion de décrire le processus de la hausse des prix intérieurs et extérieurs d'un pays, dont la circulation fiduciaire croît sans cesse, et de démontrer que la paradoxale prospérité économique dont jouit l'Allemagne tient moins à l'avilissement du mark qu'aux subventions indirectes de l'Etat. Aussi bien cette prospérité ne peut être que momentanée et doit fatalement aboutir à une catastrophe.

D'une étude aussi nette se dégagent des conclusions précises. Si certains pays, dont l'étalon monétaire est particulièrement déprécié, ne peuvent que chercher à consolider le cours actuel de leur monnaie nationale, la France ne saurait admettre une pareille solution. Seul, le retour progressif au pair de son franc rendra possible la réparation de ses ruines, le relèvement de ses industries. C'est une œuvre de longue haleine, dont l'Amérique a donné, au lendemain des guerres de Sécession, l'exemple encourageant. Nul ne doit douter qu'elle puisse être accomplie, méthodiquement, sans hâte imprudente, au moyen d'une politique extérieure courageuse et d'un sérieux effort budgétaire.

Robert Demenge,
Ancien Elève de l'Ecole Polytechnique.

ACADÉMIES ET SOCIÉTÉS SAVANTES
DE LA FRANCE ET DE L'ÉTRANGER

ACADÉMIE DES SCIENCES DE PARIS

Séance du 21 Août 1922

1° Sciences mathématiques. — MM. **N. Lusin** et **W. Sierpinski** : *Sur une décomposition du continu.* — **M. H. Mineur** : *Sur une classe de transcendantes uniformes.*

2° Sciences physiques. — **M. H. A. Perkins** : *Sur la résistance des couches conductrices minces électrisées.* L'auteur a mesuré au pont de Wheatstone la résistance d'une couche métallique mince formant l'une des armatures d'un condensateur chargé. Si l'on admet que la conductibilité croît dans le rapport du nombre des électrons apportés par la couche électrique superficielle au nombre des électrons qui participent à la conduction électrique ordinaire, et si l'on suppose que ceux-ci sont au nombre d'un par atome de métal, alors les résultats obtenus montrent que les premiers sont au moins au nombre de 4 par atome d'or. — **M. F. W. Klingstedt** : *Spectres d'absorption ultraviolets des diphénols.* Les spectres d'absorption normaux des diphénols, en solution dans l'hexane, ressemblent beaucoup par leur allure générale à celui du phénol; toutefois ils sont décalés vers le rouge. Ces spectres sont très fortement modifiés par certains solvants, en particulier l'alcool. — **MM. H. Gault** et **R. Guillemet** : *Sur la chloruration de l'alcool butylique normal.* Le produit le plus abondant de cette chloruration est l'acétal dibutylique d'une aldéhyde dichloro-butyrique, Eb. 138°-140° sous 15 mm. — **MM. G. Vavon** et **A. L. Berton** : *Sur le bornéol obtenu à partir du magnésien du chlorhydrate de pinène.* Le magnésien du chlorhydrate de pinène conduit par oxydation à un mélange de bornéol et d'isobornéol en proportions variables, fonctions de la température; les limites extrêmes obtenues sont 0 à 50 % d'isobornéol.

3° Sciences naturelles. — **M. G. Murgoci** : *Sur les propriétés des amphiboles bleues.* La nuance bleue ou violette et l'intensité de la coloration des amphiboles bleues varient d'après le nombre des molécules du type Si^2O^6 (Al,Fe) (Na,K) et d'après le rapport $pFe^2O^3 : qAl^2O^3$. La nuance bleue se montre toujours suivant l'axe cristallographique *c*; suivant *b* apparaissent toujours les autres nuances caractéristiques. La nuance violette est en relation avec la teneur en FeO et en MgO. — **M. P. Vuillemin** : *Disjonction et combinaison des caractères des parents dans un hybride.* Dans un hybride d'*Aquilegia cœrulea* × *chrysantha*, issu d'une mère dont les fleurs ont 5 éperons et d'un père sans éperon, deux facteurs inverses modifient les fleurs successives : 1° disjonction des caractères transmis aux parents; 2° combinaison croissante de ces caractères. Les caractères maternels sont dominants puisqu'il n'y a pas de fleurs sans éperon. Les caractères paternels s'atténuent progressivement au cours d'une même floraison et des floraisons successives. La combinaison des caractères paternels et maternels s'accentue par la prépondérance croissante des fleurs à 3 éperons. — **M. M. Mirande** : *Sur l'origine morphologique du liber interne des Nolanacées et la position systématique de cette famille.* Le liber interne des *Nolana* se forme dans l'axe hypocotylé, tandis que chez les Convolvulacées il est d'origine caulinaire. Les Nolanées doivent donc être retirées des Convolvulacées pour former une famille à part entre les Borraginées et les Solanacées. — **M. A. Guilliermond** : *Observation cytologique sur un* Leptomitus *et en particulier sur le mode de formation et la germination des zoospores.* L'auteur a pu suivre sur le vivant, à tous les stades du développement, l'évolution du chondriome chez ce champignon adapté à la vie aquatique, et à l'abri par conséquent de toute altération. Ses recherches apportent la preuve incontestable que les chondriosomes conservent toujours leur individualité. — **M. G. Bouvrain** : *Sur l'évolution vasculaire dans la Mercuriale.* Critique des résultats de M. Bugnon et confirmation de ceux de M. G. Chauveaud. — **M. W. J. Vernadsky** : *Sur le nickel et le cobalt dans la biosphère.* L'auteur a trouvé le nickel et le cobalt dans un grand nombre de plantes des environs de Kiëf : mousses, *Plantago*, *Ficaria*, *Salvia*, *Taraxacum*, *Avena*, *Lamium*, *Echium*, etc. — **M. L. Boutan** : *Une perle fine de culture sans noyau de nacre.* L'auteur a reçu récemment de M. Pohl un échantillon de perle sectionnée qui porte comme indication : « perle obtenue par culture sans noyau de nacre ». Rien, ni dans l'aspect extérieur, ni dans l'aspect de la section de l'échantillon, ne paraît le distinguer d'une production naturelle. Ici l'appareil de Galibourg et Rysiger, pour reconnaître les perles cultivées, se trouverait donc en défaut.

Séance du 28 Août 1922

1° Sciences mathématiques. — **M. J. Chokhate** : *Sur le développement de l'intégrale* $\int^a \frac{p(y)}{x-y}\,dy$ *en fraction continue.* — **M. Ch. Moore** : *Sur l'équivalence des méthodes de sommation de Cesaro et de Holder pour les limites multiples.* — **M. N. Sakellariou** : *Sur les systèmes polaires.* — **M. A. Béjot** : *Mise en perspective réciproque des figures de même espèce.*

2° Sciences naturelles. — **MM. M. Gignoux** et **P. Fallot** : *Le Quaternaire marin sur les côtes méditerranéennes d'Espagne.* Nous ne savons rien de ce qui s'est passé sur les côtes d'Espagne pendant la période des faunes froides correspondant au Pliocène supérieur et au Quaternaire ancien. La faune chaude est, par contre, très nettement caractérisée par plusieurs espèces qui accompagnent ordinairement le Strombe; cette faune à Strombes (Tyrrhénien) correspond, comme dans toute la Méditerranée, à d'anciens rivages compris entre 0 m. et 30-35 m. — **MM. L. Mangin** et **N. Patouillard** : *Sur la destruction de charpentes au château*

de Versailles par le Phellinus cryptarum *Karst.* Les auteurs ont étudié des débris de poutres en chêne entièrement décomposées par une pourriture due à un champignon dont le mycélium blanc était abondant au milieu des éléments désagrégés du bois. Ils étaient accompagnés de fructifications résupinées ou dimidiées appartenant au *Phellinus cryptarum* Karst. Ce champignon n'avait pas encore été signalé comme destructeur des charpentes. — M. **R. Combes** et Mlle **D. Kohler** : *Rôle de la respiration dans la diminution des hydrates de carbone des feuilles pendant le jaunissement automnal.* En automne, au cours du jaunissement ou du rougissement des feuilles caduques des plantes ligneuses de nos régions, les tissus foliaires perdent par le phénomène respiratoire des quantités notables de C sous forme de CO^2. Cette perte s'accroît à mesure que disparaît le pigment vert, passe par un maximum, puis diminue peu à peu à mesure que meurent successivement les divers tissus des feuilles. — M. **L. Carrère** : *Le sphincter de l'iris chez les Sélaciens.* Les Sélaciens, en particulier les espèces possédant un opercule pupillaire, représentent un type particulier au point de vue de la disposition des éléments du sphincter. — M. **P. Wintrebert** : *La polarité mécanique du germe des Sélaciens au temps de la gastrulation.* La polarisation du germe de *Scylliorhinus canicula* est déterminée par le fait que le contenu de la cavité germinale, moins dense que les autres parties, se place toujours au point le plus élevé. Aucune région du disque n'est prédestinée à former l'embryon. A la fin de la morula, on fixe à volonté, rien qu'en la relevant, la région où se formera la cavité germinale et la quille embryonnaire.

Séance du 4 *Septembre* 1922

1° Sciences mathématiques. — M. **Th. Varopoulos** : *Sur un théorème de M. Rémoundos.* — M. **Alfr. Guldberg** : *Sur le théorème de M. Tchébycheff.*

2° Sciences physiques. — MM. **Victor Henri** et **P. Steiner** : *Absorption des rayons ultraviolets par le naphtalène.* La courbe d'absorption du naphtalène est décalée vers le rouge environ de 500 A. par rapport à celle du benzène; l'absorption est plus de 10 fois plus forte et le nombre des bandes est plus grand que dans le cas du benzène. Les fréquences des bandes du naphtalène présentent une double périodicité. L'influence du solvant est la même que dans le cas du benzène. — MM. **E. Hulthén** et **E. Bengtsson** : *Recherche sur les spectres de bandes du cadmium.* Les auteurs donnent les mesures des bandes du Cd qui sont émises pendant les décharges non condensées dans des tubes Geissler et les relations par lesquelles on peut les représenter.

3° Sciences naturelles. — M. **G. Murgoci** : *Sur la classification des amphiboles bleues et de certaines hornblendes.* — M. **M. Mirande** : *Sur la formation d'anthocyanine sous l'influence de la lumière dans les écailles des bulbes de certains Lis.* Ces écailles, détachées du bulbe, et placées simplement à sec à la lumière, ne tardent pas à devenir très rouges sur leurs deux faces, par suite de la formation d'anthocyanine dans leurs assises sous-épidermiques. Ces écailles ainsi pigmentées peuvent vivre à sec pendant des semaines et même des mois. La production d'anthocyanine et le non-desséchement permettent la formation de bulbilles pourvus de racines. — M. **R. Dubois** : *Sur la destruction des moustiques par les anguilles et le repeuplement des cours d'eau, étangs, etc.* L'auteur a constaté que les jeunes anguilles, qui sont très résistantes dans les eaux impures, même les eaux d'égout, consomment avec avidité les larves de moustiques, dont elles finissent par débarrasser complètement ces eaux.

Séance du 11 *Septembre* 1922

1° Sciences mathématiques. — M. **E. Merlin** : *Sur un espace mobile attaché à un réseau.* — M. **P. Urysohn** : *Les multiplicités cantoriennes.* L'auteur donne la solution des problèmes suivants : 1° donner une définition des lignes cantoriennes valable pour un espace quelconque ; 2° définir les surfaces et, plus généralement, les multiplicités cantoriennes à n dimensions. — M. **D. Riabouchinski** : *Sur les équations du mouvement à deux dimensions des solides dans un liquide avec tourbillons.* — M. **H. Villat** : *Sur les mouvements plans tourbillonnaires dans un fluide simplement et doublement connexe, contenant des parois solides.*

2° Sciences naturelles. — M. **M. Thiébaut** : *Sur la composition des marnes irisées.* L'élément essentiel de la partie argileuse des marnes irisées paraît être un silicate complexe où tout le fer était primitivement à l'état de protoxyde et dont la formule serait : $4SiO^2Al^2O^3$. $2(FeO, MnO, MgO, K^2O, Na^2O), 2H^2O$. Ce minéral agit sur la lumière polarisée; il est attirable par l'électro-aimant. On trouve d'autre part, dans les marnes irisées, des carbonates et des éléments détritiques (mica blanc et quartz). — M. **W. J. Vernadsky** : *Sur le problème de la décomposition du kaolin par les organismes.* Des expériences entreprises à Kiev, et malheureusement interrompues par les événements, semblent montrer la formation d'hydrate d'alumine libre aux dépens de l'argile sous l'action de Diatomées accompagnées de Bactéries. — MM. **G. Bertrand** et **M. Mokragnatz** : *Sur la présence du cobalt et du nickel chez les végétaux.* Des analyses effectuées sur les cendres de 20 plantes (19 Phanérogames et 1 Cryptogame) ont montré la présence du nickel dans toutes et du cobalt dans presque toutes (à l'exception de l'avoine et de la carotte). — M. **C. de Bruyne** : *Idioblastes et diaphragmes des Nymphéacées.* Contrairement à ce qu'avancent certains auteurs, toutes les Nymphéacées sont munies de cloisons jalonnant les canaux aérifères soit de tous les membres morphologiques, soit de la racine seulement. M. **M. Romieu** : *Méthode de coloration élective du système nerveux chez quelques Invertébrés.* Cette méthode est basée sur l'emploi du réactif benzidine-eau oxygénée et donne d'excellents résultats. — MM. **L. Cuénot** et **L. Mercier** : *La perte de la faculté de vol chez les Diptères parasites.* Les auteurs établissent que la régression des muscles du vol n'est pas parallèle à celle des ailes ; d'autre part, ce n'est pas une orthogenèse. Tout se passe comme si des variations brusques dans le *nombre* des fibres de ces muscles étaient le phénomène primordial, de cause inconnue, déterminant comme conséquence secondaire un usage réduit des ailes ou un non-usage.

Séance du 18 *Septembre* 1922

1° Sciences mathématiques. — M. L. G. **Du Pasquier** : *Sur l'arithnomie des quaternions*,

2° Sciences physiques. — M. **Jean Rey** : *De la probabilité d'éclairer un avion à l'aide d'un faisceau de projecteur électrique.* — M. **A. Sanfourche** : *Sur les réactions entre les oxydes gazeux de l'azote et les solutions alcalines.* L'action des vapeurs nitreuses sur les lessives alcalines ne s'exerce suivant le mode généralement admis que si l'alcali est constamment et en chaque point en excès. S'il se trouve quelque part en déficit, c'est l'eau de la solution qui agit pour donner NO^3H et NO. Tandis que NO^3H vient augmenter la proportion de nitrate, NO se réoxyde si l'atmosphère contient de l'oxygène, demeure inaltéré dans le cas contraire. De plus, si tous les oxydes de l'azote ne sont pas absorbés durant leur premier trajet à travers la solution, la réaction ci-dessus se passe en phase gazeuse, grâce à la vapeur d'eau qui la surmonte. — M. **P. Riou** : *Sur la vitesse d'absorption de l'acide carbonique par les solutions ammoniacales.* Cette vitesse semble tendre avec une concentration croissante vers un maximum qu'il n'a pas été possible d'atteindre; en présence de bicarbonate qui ralentit la réaction, on peut au contraire observer un maximum. La vitesse maximum se déplace sur l'axe des températures avec la concentration en bicarbonate d'ammonium.

3° Sciences naturelles. — M. **P. Russo** : *Sur de nouveaux pointements de Trias au Maroc oriental.* — MM. **L. Cuénot** et **R. Poisson** : *Sur le développement de quelques coaptations des Insectes.* Chez les formes étudiées, les arrangements coaptatifs (pour l'ajustement réciproque de deux parties indépendantes) sont préparés avec tous leurs détails chez l'embryon ou la larve, sans aucune réaction mécanique des régions qui seront plus tard en rapport. Le dispositif préparé, transmis héréditairement, est prêt à jouer son rôle dès la naissance de la larve ou de l'imago. — M. **J. Bathellier** : *Sur le rôle des soldats de l'*Euthermes matangensis. Le rôle des soldats est de protéger les ouvriers de cette espèce contre les attaques des fourmis en engluant celles-ci au moyen d'une sécrétion qu'ils émettent par leur corne frontale. — MM. **F. Diénert** et **P. Etrillard** : *Existe-t-il des organismes susceptibles de reviviscence dans les roches après stérilisation par la chaleur?* Il résulte des essais des auteurs qu'en s'entourant de précautions et en stérilisant les roches à 180° pendant un temps suffisamment long, celles-ci ne contiennent aucun organisme susceptible de reviviscence, comme l'a prétendu Galippe.

SOCIÉTÉ DE BIOLOGIE

Séance du 15 *Juillet* 1922

MM. **V. Pachon** et **C. Petiteau** : *Myogrammes négatifs et myogrammes neutres de secousses de gonflement.* Outre les myogrammes de gonflement ou *positifs*, seuls étudiés jusqu'ici, les auteurs ont obtenu dans l'excitation faradique des muscles : 1° des myogrammes de dépression ou *négatifs*, superposables aux premiers après retournement; 2° des myogrammes *neutres*, offrant l'aspect d'une série de soulèvements de part et d'autre de l'axe de repos du style myographique. — MM. **C. Levaditi** et **S. Nicolau** : *Affinité du virus herpétique pour les néoplasmes épithéliaux.* Le virus herpétique, inoculé dans l'épithélioma de la souris, s'y cultive en conservant intacte sa virulence. Il se comporte donc, à ce point de vue, comme le virus vaccinal adapté au cerveau (neurovaccine). — MM. **Brocq-Rousseu**, **Urbain** et **Caucheniez** : *La réaction de déviation du complément au moyen de l'antigène de Besredka, appliquée au diagnostic de la tuberculose bovine.* Dans 95 °/o des sérums de Bovidés tuberculeux, les auteurs ont constaté la présence d'une sensibilisatrice spécifique. La réaction a été négative dans 31 cas (100 °/o) de sérums d'animaux sains. Les réactions très positives indiquent assez fréquemment la généralité des lésions et, dans la majorité des cas, le caractère aigu, purulent ou caséeux des lésions. — M. et Mme **L. Lapicque** : *Excitabilité électrique des chromatophores chez les Spirogyres.* Le passage d'un courant électrique dans l'eau provoque une contraction des filaments chlorophylliens chez les Spirogyres. Cette excitabilité obéit à la loi de Nernst pour les temps courts; elle possède une rhéobase, et une chronaxie approchant de 10 secondes à la température ordinaire, donc bien supérieure à celle des tissus animaux. — M. **L. Lapicque** et Mlle **Th. Kergomard** : *Changements dans la réaction de l'eau douce sous l'action des plantes aquatiques.* L'eau de source ou de Seine, puisée à un robinet, a une réaction légèrement alcaline; si on y place des végétaux verts vivants dans la proportion de 1 gr. de plante fraîche pour 50 à 100 gr. d'eau, à l'obscurité l'alcalinité rétrograde et passe à la neutralité, quelquefois même à une très légère acidité; à la lumière, l'alcalinité augmente. Le mécanisme de ce phénomène est évident : c'est l'antagonisme entre la respiration de la plante dégageant CO^2 et l'assimilation chlorophyllienne qui le détruit et l'emprunte même aux carbonates. — M. **A. C. Guillaume** : *A propos des phénomènes vaso-moteurs dans l'attaque d'épilepsie.* Il existe un parallélisme manifeste entre les phénomènes vaso-moteurs qui, pendant l'attaque d'épilepsie, surviennent dans les différentes parties du corps. Il semble que, dans tout le corps, une crise de vasoconstriction coïncide avec les phénomènes moteurs des muscles de la vie animale, les précédant même dans le temps. — MM. **Le Noir**, **Ch. Richet fils** et **M. de Fossey** : *Action du bicarbonate de soude introduit par voie rectale sur l'acidité gastrique.* Chez les sujets normaux et surtout chez les hyperchlorhydriques, cette médication diminue l'acidité totale et surtout l'acide chlorhydrique. Elle ne provoque pas d'hypersécrétion, comme le fait le bicarbonate par voie gastrique.

Séance du 22 *Juillet* 1922

M. **J. Nageotte** : *La structure du faisceau conjonctif, étudiée particulièrement dans le tendon.* Il résulte des faits apportés par l'auteur que partout la trame conjonctive est formée exclusivement de fibrilles et de complexus de fibrilles. Plus ces complexus sont volumineux, plus il est facile de les dissocier mécaniquement; l'adhé-

rence transversale des fibres entre elles est donc faible; rien n'indique qu'elle résulte d'un ciment interposé. Aucune raison anatomique n'empêche donc de considérer cette trame comme un coagulum fibrillaire. — MM. **P. Carnot** et **W. Koskowski** : *Action de l'acide carbonique sur la motricité gastrique et sur le passage pylorique.* CO^2 introduit dans l'estomac ou à distance, par voie sous-cutanée, provoque une augmentation notable des contractions gastriques et de l'évacuation pylorique ; cette action, annihilée par l'injection préalable d'atropine, est probablement transmise à la musculature gastrique et pylorique par la voie du parasympathique. — MM. **P. Portier** et **M. Duval** : *Etude du mécanisme par lequel le fluorure de sodium joue le rôle de fixateur physiologique.* Les expériences des auteurs semblent montrer que le fluorure de sodium agit sur les éléments anatomiques encore vivants en fixant leur membrane d'enveloppe ou la couche périphérique de leur protoplasma. Les cellules ainsi fixées peuvent encore se rétracter ; elles ne peuvent plus augmenter de volume. L'oxalate de sodium ne produit pas les mêmes effets. — M. **Th. Saragea** : *Le diamètre globulaire pendant la privation d'eau.* Dans l'état physiologique, les hématies paraissent capables de subir des modifications de diamètre passagères, en rapport avec les changements qui se passent dans la teneur en eau du plasma sanguin (augmentation de diamètre après soustraction d'eau). — M. **Cl. Regaud** : *Sur la sensibilité du tissu osseux normal vis-à-vis des radiations* X *et* γ *et sur le mécanisme de l'ostéo-radio-nécrose.* Le fait que, dans certaines circonstances, la radio-nécrose de l'os a lieu sous des téguments intacts démontre que le tissu osseux est plus vulnérable par les rayons que le derme de la peau. Il ne s'agit pas là d'un phénomène de radiosensibilité élective, mais de radiosensibilité diffuse, chaque grain calcaire constituant un transformateur du rayonnement primaire peu absorbable en rayonnements secondaires très absorbables. Infecté, le tissu osseux irradié est exposé à subir une nécrose massive et rapide. — MM. **F. Arloing** et **L. Langeron** : *L'anaphylaxie dans la série animale.* L'anaphylaxie expérimentale, dont l'existence a été démontrée chez les Mammifères et les microbes, peut aussi être créée chez les Oiseaux, le pigeon en particulier, par injection préparante et déchaînante d'un sérum hétérologue (sérum de cheval). Par contre, les tentatives d'anaphylaxie chez les Vertébrés à température variable (Batraciens et Poissons) n'ont abouti qu'à des échecs. — MM. **A. Zimmern** et **P. Cottenot** : *Sur l'électromyographie.* D'après les expériences des auteurs, le rythme de 50, ou une fréquence voisine, semble être un optimum qu'on est conduit à interpréter comme ce qu'on pourrait appeler la période propre de la contraction musculaire. — MM. **M. Loeper** et **G. Marchal** : *Examen cytologique des liquides de digestion gastrique.* Toutes les solutions hypertoniques provoquent un décapage des voies digestives supérieures et de l'estomac ; les solutions sucrées ont une action plus marquée que les solutions salines de même titre. C'est une réaction d'irritation. La deuxième réaction est une réaction gastrique et vraiment physiologique : elle consiste en une sécrétion de mucus et un afflux de leucocytes ; cette réaction exige un certain équilibre physico-chimique.

ACADÉMIE D'AGRICULTURE

Séances de Mai et Juin 1922

M. **F. Bœuf** communique des exemples vus par lui de *fécondation croisée spontanée chez le blé dur et le blé tendre.* Ces cas, dits de staurogamie, ont été signalés fréquents par M. Hayes, de la Station expérimentale du Minnesota. Le *Triticum dicoccoïdes* de Palestine cultivé par Vilmorin à Verrières a, par suite d'hybridations spontanées, donné de nombreuses formes d'épeautre, d'amidonnier, de blé dur et de blé tendre. En Tunisie, M. Bœuf signale le cas d'un blé dur « Huguenot » et du blé tendre n° 49 de ses cultures pedigrées. Le premier est un blé sans barbe du Transvaal et de l'Australie. Ses descendants par croisement spontané donnèrent des types à barbes plus ou moins développées qui ont fourni une centaine de combinaisons. Le blé tendre n° 49, d'origine australienne, a donné de même par staurogamie une lignée très polymorphe qui fournit un matériel utile pour les expériences de sélection. Une étude méthodique des cas de staurogamie chez les Blés permettrait probablement d'en préciser les causes déterminantes. — M. **E. Miège**, dans sa note *sur les Blés durs marocains*, essaie une étude méthodique des blés de ce pays dont les variétés sont très peu connues. La plupart de ces blés sont des mélanges plus ou moins complexes dont l'épuration a donné de nombreuses formes distinctes. Il y a quatre classes ou types essentiels dénommés : Zréa, Trikkia, Asker, Maïzza, auxquels il est possible de rattacher des types voisins. L'auteur donne la définition de ces types à l'aide de l'épi et du grain et de la méthode biométrique. Les chiffres moyens donnés pour les dimensions des grains permettent de calculer les indices de race. — M. **Bernès** appelle l'attention *sur un parasite du pêcher* (*Anarsia Lineatella*) qui a produit des dégâts sérieux dans la région de Fréjus. On réalise un traitement efficace avec les bouillies cupriques additionnées de nicotine ou d'arséniate de plomb, appliquées dès l'ouverture des bourgeons. — M. **Moussu** donne une étude très intéressante d'une *maladie des jeunes porcelets à la suite des années sèches.* Elle se traduit par un arrêt de croissance avec fragilité du squelette due à une ostéomyélite généralisée. Celle-ci se manifeste en 3 étapes : déformations articulaires imposant la marche à genoux, déformations squelettiques et de la tête, déchéance définitive et mort de faim. D'après M. Moussa, le régime alimentaire imposé constitue le point de départ ou facteur favorisant, et une infection fait le reste, car il y a de la contagiosité. Il est possible que l'absence d'acides aminés nécessaires à la croissance soit une des causes de la maladie. Le lait écrémé qui apporte des acides aminés et des vitamines ne doit pas être absent de la ration au delà du sevrage. L'alimentation trop uniforme aux farineux est déficiente ou insuffisante au point de vue chimique. C'est le cas de rappeler l'importance de l'aliment calcique et phosphaté que fournissent les poudres d'os dont on ne saurait trop recommander l'addi-

tion à la ration du porc. — M. **Prosper Gervais** indique une méthode simple pour vérifier le caractère de *mouillabilité des bouillies cupriques*. — M. **Fonzes-Diacon** a continué ses recherches *sur les vins anormaux de 1921*. L'addition d'acide tartrique a simplement élevé la teneur du vin en acide tartrique total sans précipiter la potasse en excès à l'état de tartre cristallisé. — M. **A. Max Leroy** : *Sur la signification physiologique de la loi des dépenses de la croissance chez les Bovidés*. — M. **Albert Baudry** envoie des observations sur la question d'*épandage simultané des semences et des engrais en lignes parallèles rapprochées*. C'est en Ukraine, à l'aide de semoirs spéciaux, que furent entreprises des expériences systématiques qui fixèrent la technique à employer. Plusieurs grandes sociétés sucrières s'intéressèrent à ces essais pendant 15 ans, sur des sols très divers. Déjà 15.000 semoirs spéciaux sont utilisés en Ukraine et 1.000 environ en Roumanie et en Hongrie. Les conclusions obtenues nous paraissent d'un haut intérêt pratique. On possède là une méthode d'utilisation rationnelle des engrais chimiques, d'une efficacité telle qu'elle économise 50 à 60 % des engrais nécessaires pour obtenir le rendement cultural maximum en argent. Ainsi l'infériorité de nos rendements culturaux en France pourrait être vaincue par une meilleure distribution des engrais employés. Par cette méthode on relèverait nos rendements moyens à l'hectare aussi bien en grande qu'en moyenne culture. Dans les terres à éléments fins surtout, on peut escompter de bons effets du semis simultané de l'engrais et de la semence. Cette dernière trouve pendant son premier âge un approvisionnement facile en éléments minéraux dont elle ressent les heureux effets sur la vigueur du jeune plant. Tout est de savoir si les belles promesses des jeunes plants sont réalisées à la récolte, et M. **Petit** conteste ce dernier point en s'appuyant sur ses expériences personnelles. Nous serons par la suite informés des expériences continuées en France, et que les agronomes suivront avec intérêt lorsque nous aurons des chiffres précis obtenus dans les cultures sous notre climat. — M. **Miège** présente une note *sur la valeur agricole et industrielle des blés durs marocains*. Les Zréa et les Trikkia se classent en tête à peu près ex æquo. Les Maïzza viennent ensuite, et enfin les Asker. Ces derniers sont les plus sensibles aux accidents et aux maladies et leur valeur en semoulerie est très au-dessous de celle des autres. Les meilleurs blés marocains sont très appréciés par l'industrie et donnent des rendements culturaux très satisfaisants. Le Syndicat des minotiers et semouliers a reconnu le bon classement des blés marocains. — M. **Stoklasa** expose lui-même ses recherches *sur le rôle de l'acide carbonique dégagé par les microorganismes, facteur d'amélioration des terres et du rendement cultural*. Cet exposé synthétise les notions connues depuis longtemps sur le rôle de CO^2 dans la fertilisation du sol. Il n'y a pas d'ailleurs que le CO^2 venant de la respiration des microbes du sol qui soit élément primordial de fertilité. Tout CO^2 produit est actif. Les agronomes et physiologistes enseignent depuis longtemps — depuis trente ans — que l'humus générateur de CO^2 par ses décompositions est par cela même agent éminent de fertilisation ; c'est-à-dire, notamment, qu'il influe sur la dissolution des fertilisants minéraux biogéniques. Et le rôle de CO^2 à cet égard a été étudié par de très nombreux auteurs. Depuis que Berthelot et Duclaux ont proclamé : « la terre est un organisme vivant », les physiologistes et pédologistes européens et américains ont peu à peu dégagé l'importance de la microflore et de CO^2 comme facteur de fertilité. M. Stoklasa le reconnaît lui-même. M. Stoklasa, en attribuant au *nombre des bactéries* le rôle principal dans la production de CO^2 dans les sols, trouve un critérium de fertilité qui n'est évidemment qu'approché, car il est bien connu qu'il y a toute une série de facteurs écologiques qui interviennent puissamment dans le rendement pratique des activités des diverses espèces microbiennes. Qu'il soit intéressant d'employer des engrais visant l'activité de la microflore, ce n'est pas non plus une nouveauté, car nos traités de Chimie agricole en France ont déjà exposé la question. Où M. Stoklasa apporte une contribution plus inédite, c'est dans le calcul — par l'expérience — de la quantité de CO^2 dégagé dans 1 kg. de terre arable et aussi dans le calcul des calories dégagées par les microbes existant dans la couche de terre arable. Il insiste avec raison sur la notion du nombre des microbes actifs. Mais, par suite des travaux réversibles qui existent au sein de sociétés dont l'activité n'est, semble-t-il, guère coordonnée, il n'est pas possible de suivre l'auteur complètement sur la conclusion suivante qu'il considère comme inattaquable, et que nous répudions : La fertilité d'un sol est en raison de la grandeur du nombre total de bactéries de n'importe quelle espèce qu'il contient. Cette conclusion nous paraît aussi discutable — et je dirai aussi inexacte pratiquement — que celle d'un forestier qui admettrait que le rendement annuel maximum en bois d'une surface de 1 ha. de forêt correspond au nombre maximum d'arbres plantés sur cette surface forestière. Jamais un forestier ne risquerait une telle affirmation. Le travail et l'activité propre des êtres vivants d'une société sont considérablement influencés par la densité du peuplement. En outre, il y a une certaine densité du peuplement qui devient trop grande et paralysante pour le rendement total. La nature des espèces qui coexistent sur un même terrain — avec leurs optima physiologiques respectifs et différents — s'oppose également à ce qu'on puisse faire abstraction de la nature et de la qualité physiologique des espèces pour apprécier en globe le rendement social. Bien plus, nous pensons que scientifiquement ce n'est pas en visant le nombre des microbes du sol qu'il serait possible d'exercer une heureuse action sur la production plus abondante de CO^2, mais bien plutôt en y favorisant les espèces dont le travail est le plus élevé dans l'unité de temps. Multiplier dans la terre, à cet égard, les ouvriers à grand rendement carbonique — fût-ce au détriment du nombre total des ouvriers — nous paraît plus indiqué que d'admettre l'influence aveugle du nombre des ouvriers dont les uns consomment les produits de l'activité des autres. Notre confrère excusera certainement notre critique puisque la science est faite de libre discussion. — M. **Léopold le Moult**, spécialiste très ancien de la *lutte*

contre le hanneton, expose ses essais de lutte contre le hanneton à l'aide de la méthode moderne des parasites. Il essaya de propager l'*Isaria densa* dès 1890. Il constata en 1911 la persistance naturelle du parasite sur des terrains où il avait été introduit 20 ans auparavant. Il a essayé, dans le même but de destruction, d'autres *Isariæ* et un *Sporotrichum* vivant des larves d'autres insectes. Un bacille vivant en symbiose avec l'*Isaria densa* sur la larve du hanneton a été découvert, et il tue celle-ci en 24 heures. Il y a peut-être là une question à suivre. — M. **J. B. Martin** envoie à l'Académie les résultats d'*essais sur les engrais potassiques appliqués au Blé en terres argileuses*. Il visait à résoudre deux questions : l'engrais potassique est-il utile dans la culture du blé ? le chlorure est-il préférable à la sylvinite ? Les résultats obtenus sont contradictoires. C'est seulement dans les terres bien pourvues en chaux que les engrais potassiques produisent de bons effets. Le fumier dispense de l'engrais potassique. Il y a avantage à enterrer la sylvinite et le chlorure de potassium avant l'hiver et un mois avant les semailles. Les terres à sous-sol imperméable doivent recevoir le sulfate de potasse et non du chlorure. Il est curieux de constater que la valeur comparative du chlorure et du sulfate reste encore pleine d'incertitude. Cela tient probablement aux confusions de désignations que signale M. **A. Couturier** dans sa *note sur différents engrais potassiques*, où il indique que le Kalisyndikat vend sous le nom de kaïnite des sels qui remplacent les gisements limités de kaïnite vraie qui sont épuisés depuis 15 ans. Il donne aussi cette indication intéressante que c'est le sulfate de magnésie abondant dans les gisements de Stassfurt qui sert à fabriquer du sulfate de potasse par réaction du KCl sur la carnallite. — M. **Ferrouillat** a établi le *prix de revient de l'hectolitre de vin dans un domaine moyen de l'Hérault*. Il a choisi un domaine de 30 ha. produisant 70 Hl. par ha. Il arrive à 66 fr. par Hl., dont 42 °/₀ pour les frais culturaux, 12 °/₀ pour la lutte contre les parasites, 15 °/₀ pour la récolte et vinification, 31 °/₀ pour les frais généraux. Par rapport à 1893 cela représente une majoration exprimée par le coefficient 4,25. — M. le Dr **Vidal** adopte les mêmes chiffres de prix de revient pour les vins du département du Var, mais fait observer que ce département n'obtient que 24 Hl. en moyenne à l'hectare au lieu de 70 pour l'Hérault. Il est vrai que le vin qui s'y vendait 20 fr. l'Hl. en 1913 atteint 108 fr. en 1920 (coefficient 5,4).

Ed. Gain.

SOCIÉTÉ ROYALE DE LONDRES

Séance du 4 Mai 1922

1° Sciences physiques. — MM. **H. Hartridge** et **R. A. Peters** : *La tension interfaciale et la concentration en ions hydrogène*. Pour mesurer les tensions interfaciales, les auteurs ont employé la méthode du poids des gouttes. Ils ont observé une diminution de la tension interfaciale entre un acide gras ou un glycéride et un fluide aqueux quand on augmente l'alcalinité de ce dernier. Elle dépend de la concentration de la substance grasse dans la phase huileuse, de l'existence d'une certaine concentration alcaline dans la phase aqueuse et de la concentration en ions H sur l'interface. Seules les substances ayant un groupe COOH (libre ou combiné) donnent lieu à ces modifications.

2° Sciences naturelles. — MM. **W. Cramer**, **A. H. Drew** et **J. C. Mottram** : *Les plaquettes sanguines et leur comportement dans diverses circonstances*. L'absence dans le régime de vitamine liposoluble produit chez le rat une diminution progressive du nombre des plaquettes sanguines, ou thrombopénie, avant tout autre symptôme de maladie. Quand la thrombopénie est bien établie, l'addition à la nourriture de la vitamine A manquante est généralement suivie d'un retour rapide à la normale du nombre des plaquettes. L'exposition au radium produit de la lymphopénie, — qui est aussi caractéristique du manque de vitamine B, — et aux hautes doses, de la thrombopénie, qui cesse quand on supprime l'application du radium. Si le nombre des plaquettes tombe au-dessous d'un certain niveau critique — environ 300.000 chez le rat, — la résistance de l'animal à l'infection diminue considérablement, et l'infection peut se développer spontanément. — M. **J. Hjort** : *Observations sur la distribution des vitamines lipo-solubles chez les animaux et plantes marins*. Les huiles extraites des plantes marines ont un effet très puissant sur la croissance des rats nourris avec un régime exempt de vitamines liposolubles ; ces plantes seraient donc riches en cette sorte de vitamines. Il est probable que tous les animaux marins tirent ces substances des plantes, directement ou indirectement, et sont incapables, comme les autres animaux, de les synthétiser eux-mêmes. — M. **C. Shearer** : *Sur la production de chaleur et les processus d'oxydation de l'œuf d'échinoderme pendant la fécondation et les premiers stades du développement*. L'auteur a mesuré avec un microcalorimètre différentiel la production de chaleur et avec un manomètre différentiel la consommation d'O et le dégagement de CO^2 de l'œuf d'*Echinus miliaris*. Ces trois quantités s'élèvent considérablement au moment de la fécondation, puis progressivement pendant le développement pour atteindre leur point le plus élevé au stade de nage libre.

Sté Gle d'Imp. et d'Ed., rue de la Bertauche, 1, Sens.

Le Gérant : Gaston Doin.

33e ANNÉE N° 20 30 OCTOBRE 1922

Revue générale des Sciences pures et appliquées

FONDATEUR : LOUIS OLIVIER

DIRECTEUR : J.-P. LANGLOIS, Professeur au Conservatoire national des Arts-et-Métiers, Membre de l'Académie de Médecine

Adresser tout ce qui concerne la rédaction à M. J.-P. LANGLOIS, 8, place de l'Odéon, Paris. — La reproduction et la traduction des œuvres et des travaux publiés dans la *Revue* sont complètement interdites en France et en pays étrangers y compris la Suède, la Norvège et la Hollande

CHRONIQUE ET CORRESPONDANCE

§ 1. — Météorologie

Sur la radiogoniométrie des parasites atmosphériques et la prévision du temps. — La plupart du temps, les décharges orageuses produisent des ondes hertziennes qui impressionnent les détecteurs de T.S.F. Aussi, dès leur apparition, ces détecteurs ont-ils été utilisés pour l'étude des orages. Ces détecteurs, combinés à des galvanomètres enregisteurs, permettaient de suivre l'approche d'orages par l'intensité ou la fréquence des décharges observées. M. E. Rothé [1] a modifié la méthode précédente de manière à obtenir des données sur la direction ou sur la trajectoire des perturbations orageuses.

Les expériences définitives ont été faites, à l'Institut de Physique du globe de Strasbourg, au moyen d'une cabane radiogoniométrique du type de l'armée. Le dispositif récepteur utilisé est le suivant : L'antenne est constituée par un grand cadre, couvert d'un très grand nombre de spires de fil fin et dont les extrémités sont connectées, suivant le montage classique, aux armatures d'un condensateur variable. En dérivation sur ces armatures, est installé un amplificateur détecteur (n° 2 *bis* de la télégraphie militaire) : la première lampe est détectrice, les deux autres amplificatrices. On a également employé une galène détectrice avec amplificateur basse fréquence

De l'intérieur de la cabane on peut, à l'aide d'un gros volant, faire tourner autour d'un axe vertical le cadre de 3 m. de côté, qui se trouve au-dessus du toit.

Un cercle gradué et des index permettent de repérer la position du cadre par rapport à la direction N.-S.

Pour déterminer la direction dans laquelle se trouve une station radiotélégraphique, après avoir amené la résonance, on fait tourner le cadre jusqu'à ce qu'on entende au maximum. Le poste se trouve dans la direction du plan vertical contenant le cadre. Tel est le principe de la méthode. Mais, comme dans toute expérience de physique où les sens interviennent, ce n'est pas le maximum que l'on cherche à déterminer, mais le minimum, obtenu quand le cadre est à 90° de la direction cherchée : c'est donc par l'extinction du son que l'on opère en radiogoniométrie.

En dehors des bruits dits de friture, M. Rothé a été amené à distinguer diverses sortes de parasites :

1° *Craquements et claquements.* — Ce sont les parasites les plus fréquents, observés surtout dans la journée. On appelle craquements ceux dont la note est la plus basse, ressemblant au bruit d'un morceau de bois que l'on brise, et claquements les bruits de note plus élevée que les précédents et surtout plus brefs et secs. Ils ont une fréquence très variable et parfois sont assez nombreux, quoique distincts entre eux, pour former une sorte de crépitement continu, tout à fait différent cependant des craquements.

2° *Décharges.* — Ces manifestations, qui s'entendent plus rarement, sont d'assez longue durée, jusqu'à 5 secondes ; elles présentent un bruit métallique intense (gong), de note claire, très nette et conservent pendant leur durée entière la même intensité et la même hauteur.

Ces décharges ne semblent dues qu'à des nuages orageux plus ou moins proches. Quand l'orage est très

1. E. ROTHÉ : *Annales de Physique*, mai-juin 1922.

proche, elles peuvent devenir presque continues et dominer les autres genres de parasites.

Les directions de maximum constatées sont très variables. Il faut également noter, non seulement le maximum ou le minimum d'intensité, mais le maximum ou le minimum de fréquence. Il y a lieu de compter pour les différents azimuts les décharges dans un temps donné. Enfin, on distingue parfois dans des plans différents, par exemple dans des directions perpendiculaires, deux genres différents de parasites : dans l'une des directions le maximum peut être caractérisé soit par un nombre plus grand de décharges assez nettes, soit par des craquements violents et continus; dans la direction perpendiculaire, au contraire, on observe des décharges plus nettes, mêlées à de faibles craquements.

En combinant le galvanomètre oscillographe à fer mobile de M. Abraham aux interrupteurs du Service géographique de l'armée, M. Rothé a réalisé un enregistrement sur lequel il pouvait compter les claquements et les craquements.

Avec la collaboration de M. Lacote, M. Rothé a pu énoncer les lois suivantes qui, si elles se vérifient, apporteront une contribution sérieuse à la prévision du temps.

« 1° S'il existe une dépression lointaine bien caractérisée à isobares fermées, nettement concentriques, le maximum observé pour les claquements est dans la région S. et S.-E. de cette dépression.

« 2° S'il existe une dépression dont le centre est très éloigné et dont les isobares s'étendent au loin, le maximum est dirigé vers la périphérie de la dépression. Il est moins nettement caractérisé que dans le cas précédent.

« 3° Les dépressions secondaires, les poches barométriques, les cols barométriques voisins correspondent à des fronts orageux et le maximum est difficile à obtenir. »

Voici comment l'observation des parasites peut contribuer à la prévision du temps :

S'ils sont isolés, rares, faibles, s'ils ne croissent pas en intensité au cours de la journée, il n'y a pas à craindre d'orage; si au contraire, au cours de la journée, les parasites se multiplient et s'il est possible de déterminer un ou plusieurs maxima, ceux-ci correspondent à des orages lointains dans la direction du ou des maxima.

Si les parasites deviennent violents sur tous les azimuts, et s'il n'est pas possible de trouver de maximum, les orages sont sur un front voisin.

Si les parasites sont surtout constitués par des claquements avec maximum de direction très net, on peut annoncer l'existence d'une dépression bien caractérisée.

D'après Hann les orages se produisent toujours à l'est et au sud-est des dépressions : si donc il existe par exemple une dépression lointaine sur l'Angleterre ou sur l'Océan, on doit trouver le maximum vers le sud-est de la dépression, et inversement si l'on trouve un tel maximum on peut annoncer la probabilité d'une telle dépression.

A. B.

§ 2. — Physique

Influence des gaz occlus sur la conductibilité électrique du verre. — Au cours de ses historiques recherches sur les lampes à incandescence métalliques, Langmuir a mesuré les quantités de gaz que le verre peut occlure et que l'on en fait sortir en le chauffant graduellement jusqu'à la température à laquelle il se ramollit; il a reconnu que ces gaz consistent principalement en vapeur d'eau, et, en présence de la quantité considérable de vapeur que l'on peut recueillir, il a émis l'avis qu'il se produit une véritable dissolution de l'eau dans le verre; d'autres recherches ont conduit à des conclusions analogues.

MM. V. Bush et L. H. Connell, de la Faculté technique du Massachusetts, se sont proposé de rechercher s'il y a pénétration de la vapeur d'eau dans toute l'épaisseur du verre et si la dissolution n'influe pas sur la conductibilité de la matière; ils ont opéré dans ce but au moyen de tubes convenablement pourvus d'électrodes de contact et placés à l'intérieur d'une ampoule reliée à la pompe à vide, laquelle permettait d'absorber les gaz libérés, à mesure de leur dégagement sous l'influence de la chaleur.

En s'entourant pour ces mesures de toutes les précautions requises, ils ont mesuré la conductibilité des tubes expérimentés dans le vide avant l'expulsion des gaz occlus, dans le vide après l'expulsion des gaz et ensuite après rentrée de l'air; l'expulsion des gaz occlus se faisait en chauffant le système à 350°C.; on prenait chaque fois une série de mesures sous des tensions croissantes; le but des trois séries d'expériences était de vérifier l'influence de la présence de la vapeur d'eau occluse, et l'efficacité éventuelle de l'expulsion des gaz occlus.

Les expérimentateurs ont étudié des échantillons de différents verres, de quartz fondu, etc.; leurs conclusions ont été uniformément que, dans les conditions ordinaires, de la vapeur d'eau est en dissolution dans toute la masse et limite la résistivité à des valeurs déterminées; la résistivité augmente très notablement lorsque, chauffant la matière, on provoque l'expulsion des gaz; si, ensuite, abandonnant la matière traitée à la terre, on mesure de nouveau, on constate que la résistivité tombe petit à petit.

Cependant, et ceci est un point capital à noter, elle ne retombe pas à ses valeurs primitives, de telle sorte qu'il paraît permis d'espérer que l'on pourrait améliorer notablement et d'une façon pratique la résistivité des verres isolants (lampes électriques), ainsi que du quartz, en les soumettant à un traitement thermique assurant l'expulsion de la vapeur d'eau; la régression de résistivité est particulièrement lente pour le quartz fondu.

A titre d'exemples, signalons que, pour une première qualité de verre, la résistivité, qui était de 14 à 12.10^{10} ohms par cm^3, avant le traitement thermique, atteignait, après le traitement, de 90 à 65.10^{10} ohms, pour un gradient de potentiel de 7 à 21 kilovolts par cm.; pour un autre verre, elle était, dans les mêmes conditions de potentiel, de 130 à 80, avant le traitement, et de 310-270 après; pour un échantillon de porcelaine, potentiel

4 à 12 kilovolts, résistivité avant : 10.10^{10} ohms environ, après, 60-38 environ; quartz fondu, potentiel 10-28 kilovolts par cm., résistivité avant : 45-40, après 85-65 [1].

H. M.

§ 3. — Chimie

Polarité de la non-saturation moléculaire. — Certains composés chimiques parfaitement définis ont la propriété caractéristique de s'additionner d'autres atomes ; on dit que ce sont des combinaisons non saturées : le gaz sulfureux, le chlorure mercureux, l'ammoniac, les amines peuvent fixer un atome d'oxygène, de chlore, une molécule d'acide chlorhydrique pour donner des composés saturés. La non-saturation est ici un caractère spécifique de l'atome; l'aptitude à l'addition est conférée par un atome de soufre tétravalent, de mercure monovalent, d'azote trivalent.

Mais d'autres combinaisons renferment un *couple* d'atomes dont les affinités ne sont pas complètement satisfaites, si ce n'est pas leur action mutuelle. Tels sont l'éthylène, l'acétylène, l'azobenzène. Nous avons affaire, ici, à une non-saturation de constitution, qui se traduit dans nos formules de structure par une double ou triple liaison. C'est en s'appuyant sur l'hypothèse de l'immutabilité de la valence, qui a conduit la Chimie organique à un si merveilleux développement, qu'on a imaginé ces liaisons multiples.

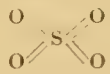
Mais on connaît encore des combinaisons bien définies et souvent cristallisées dont la représentation schématique mettrait en jeu un nombre de valences supérieur à celui toléré par la théorie. Ce sont les combinaisons moléculaires. Comme type de ces combinaisons, on peut considérer le produit d'addition du trinitrobenzène et de l'indol. On ne sait pas représenter d'une manière utile cette combinaison par les formules employées généralement en Chimie organique. D'ailleurs ce composé a des caractères spéciaux. Il se scinde assez facilement en ses deux constituants, et les forces mises en jeu dans la combinaison semblent moins grandes que celles qui unissent généralement les atomes à l'intérieur d'une molécule. Mais, en ne préjugeant rien de la nature spéciale de ces forces, il est très intéressant de constater que la plupart des corps qui entrent en jeu dans les combinaisons moléculaires sont non saturés et que les paraffines, corps complètement saturés, ne se prêtent pas généralement à ces combinaisons.

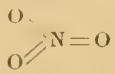
C'est ainsi que la solution du nitrométhane dans les carbures saturés est incolore, mais qu'elle est jaune d'or dans l'amylène et l'hexylène. Si, à une solution incolore de tétranitrométhane dans une paraffine liquide, on ajoute de la triméthylamine on obtient une coloration brun foncé. On peut admettre qu'il existe sur les corps non saturés un résidu d'affinité par lequel s'opère l'union moléculaire.

De plus, cette association de molécules ne se fait pas d'une manière quelconque et l'expérience montre qu'on peut de ce point de vue classer les corps en deux catégories.

Reprenons notre combinaison type, trinitrobenzène et indol. Dans la génération des combinaisons moléculaires, le trinitrobenzène peut être remplacé par toute une série de corps tels que l'acide picrique, l'hexanitro-azobenzène, le chloranile et l'anhydride tétrachlorophtalique. D'autre part, les naphtylamines, les polyphénols et leurs éthers, les carbures aromatiques polycycliques peuvent être substitués à l'indol. En général, un corps de la première classe peut s'unir à un corps de la seconde. De ce fait, nous concluons que la force qui agit entre les molécules est polaire, du genre des forces électriques et magnétiques, et non purement newtonienne comme la force gravifique. On peut, en effet, ranger en deux classes les corps qui s'attirent électriquement ou magnétiquement, mais on ne peut ordonner de la même manière ceux qui s'attirent par la force de gravitation. La masse newtonienne n'a pas de signe.

Un grand nombre de corps de la Chimie organique se rangent à coté des substances précédemment citées, comme en Chimie minérale ils se groupent autour de deux types de série : acide chlorhydrique et potasse. Une certaine analogie apparaît donc entre la formation des combinaisons moléculaires et l'obtention des sels à partir des acides et des bases. Nous pourrions, par suite, appeler *acidoïdes* les corps de l'une des séries, et *basoïdes* les corps de l'autre série. Il semble convenable de nommer acidoïdes les composés du type trinitrobenzène et basoïdes ceux du type indol, comme il résulte des considérations suivantes. Les produits de la première série sont riches en groupes nitrés, carbonyle, etc., caractérisés par la présence de liaisons multiples ; leur structure est donc analogue à celle des anions minéraux sulfurique et nitrique





dans lesquels sont accumulées les doubles liaisons. Au contraire, les corps de la seconde série possèdent des atomes non saturés, oxygène ou azote, et peuvent être comparés aux cations oxonium ou ammonium. Cette appellation semble encore justifiée par le fait que le caractère acidoïde d'une molécule est accentué par l'introduction d'atomes d'halogènes qui augmentent aussi la force acide. La quinone ou l'anhydride phtalique ne forment pas de combinaisons moléculaires cristallisées avec l'acénaphtène. Il n'en est pas de même du chloranile (tétrachloro-*p*-quinone) ou de l'anhydride tétracholorophtalique.

La force qui entre en jeu dans les combinaisons moléculaires est donc polaire; elle n'est pas d'origine électrique, puisque les constituants ne décèlent aucune charge à l'électroscope ; mais avec la conception actuelle de la constitution de l'atome, il n'est pas invraisemblable d'admettre qu'elle soit d'origine magnétique.

En outre, il importe de signaler que la formation de combinaisons moléculaires est, le plus souvent, liée soit à l'apparition, soit à l'approfondissement de la colora-

1. V. Bush et L. H. Connell : The effect of absorbed gas on the conductivity of glass. *Journal of the Franklin Institute*, août 1922, p. 231-240.

tion et que les acidoïdes renferment généralement des *chromophores* et les basoïdes des *auxochromes*.

Jh. Martinet,
Docteur ès Sciences.

Le nettoyage des ustensiles en aluminium. — Pendant longtemps la difficulté de nettoyer l'aluminium a été un obstacle à son emploi dans les usines et dans l'économie ménagère. Cette difficulté provient du fait que la solution chaude de carbonate de soude, le détersif le plus usuel, dissout ce métal.

Il y a quelques années, on a reconnu que l'aluminium n'est pas attaqué par les solutions de verre à l'eau (silicates de soude), et on a utilisé avec succès les propriétés détergentes de ces solutions pour nettoyer l'aluminium. Mais le verre à l'eau ne peut être mis sans inconvénients entre les mains du public, en général, et le problème ne pouvait être considéré comme complètement résolu.

D'après une communication de MM. R. Seligman et P. Williams à la réunion annuelle de l'Institut des Métaux, à Swansea, le 21 septembre dernier, de petites quantités de silicate de soude dans une solution de carbonate produisent le même effet qu'une solution de verre à l'eau. Ainsi l'attaque de l'aluminium par une solution de carbonate de soude à 5 °/₀ est immédiatement arrêtée par l'addition d'une quantité de silicate égale au 1/100 du carbonate en solution. Sur ce principe, on fabrique dès maintenant des mélanges de carbonate et de silicate de soude qui peuvent être employés sans danger au nettoyage de l'aluminium.

§ 4. — Biologie

Poissons et moustiques. — J. Percy Moore vient de publier une très intéressante étude sur l'emploi des poissons dans le contrôle des moustiques dans les eaux douces du Nord des Etats-Unis [1]. Pour lui, la conception de la lutte contre les moustiques a beaucoup changé depuis les travaux classiques de Ross, Grassi et autres pionniers de cette croisade. On envisage aujourd'hui le problème sous un aspect différent; l'*extermination* des moustiques apparaît comme un idéal parfaitement irréalisable, sauf, bien entendu, pour des districts restreints ou métropolitains où de fortes sommes peuvent être consacrées à cette lutte. Cette extermination impliquerait l'asséchement de toutes les eaux non courantes, résultat incompatible avec les droits de la pisciculture, de l'hygiène et de l'esthétique. Et qui sait, par exemple, si dans l'avenir cette science de l'aquiculture, qui vient de naître, n'aura pas besoin des étangs et des marais que la lutte contre les moustiques engagerait à détruire [2]? D'autre part, en détruisant les larves par la suppression des eaux ou la constitution d'une couche superficielle d'huile ou de pétrole, on n'atteint pas seulement les diptères, mais un grand nombre d'autres organismes; on détruit non une espèce, mais une faune, ce qui comporte pour le présent et le futur de graves inconvénients. S'il existait un larvicide *spécifique*, le problème serait résolu; mais ce n'est pas le cas et M. Moore formule ainsi la question à laquelle il *faut* trouver une réponse : « Sans détruire ou sans altérer dans de fortes proportions les lieux qu'ils habitent, sans tuer, avec eux, des organismes associés, au moyen de poisons ou d'autres moyens purement artificiels, comment peut-on modifier les conditions d'existence des moustiques de façon à réduire leur nombre à un minimum? » C'est un problème purement écologique : sa solution implique une étude patiente et détaillée du milieu où vivent les larves, de la faune et de la flore de ces milieux. Beaucoup d'expériences et d'observations ont été faites, d'autres sont en train.

Ici apparaît le rôle du poisson. Il n'existe pas d'ailleurs, dans la région étudiée, de poisson dont le régime soit constitué en majeure partie de moustiques, qui n'en font jamais partie qu'à titre occasionnel. Cependant beaucoup de petites espèces et les jeunes de grosses espèces dévorent volontiers les larves, les pupes et les œufs. Parmi les formes plus utiles à ce point de vue se trouvent le poisson-soleil, l'*Eupomotis gibbosus*, l'*Umbra pygmæa*, le *Fundulus heteroclitus*. Extrêmement précieux dans le Sud, le *Gambusia affinis* ne supporte pas les hivers du Nord, mais il peut rendre des services du printemps à l'automne. Jamais la destruction des moustiques par les poissons n'est complète, ce qui tient surtout : 1° aux obstacles naturels s'opposant à la découverte des larves (végétation des rives, p. ex.); 2° à l'abondance d'autres sources de nourriture pour les poissons. L'eau renfermant des matières organiques en décomposition est d'autant plus favorable aux moustiques que les poissons ne peuvent s'y aventurer. Pour éclaircir la végétation, un moyen simple, là où cela est possible, consiste à faire périodiquement varier le niveau de l'eau, ce qui amène alternativement l'immersion, puis le desséchement des plantes. Quant à la réduction des sources de nourriture, on y parvient par celle de la végétation et par l'introduction en abondance de petits poissons variés. Signalons, en terminant, les qualités requises d'un poisson pour pouvoir être employé avec succès dans la lutte anti-malarienne : 1° la capacité de manger les moustiques au moins aussi facilement que les autres nourritures; 2° la possibilité de vivre dans les faciès habités par les moustiques; 3° la possibilité de se reproduire rapidement dans les mêmes faciès; 4° l'abondance, la faculté d'adaptation et une distribution étendue; 5° un tempérament actif et agressif. Il y a certainement dans cet opuscule très suggestif des idées dont l'application aux problèmes européens serait à rechercher.

Th. Monod.

1. Use of fishes for control of mosquitoes in northern fresh waters of United States. Appendix IV to the *Report of the U. S. Commissioner of Fisheries for 1922*. Bureau of Fisheries, Document n° 923, 1922.

2. L'auteur n'envisage naturellement pas ici le cas de réservoirs artificiels d'eau croupissante que l'on débarrasse de leurs larves de moustiques par des moyens mécaniques ou chimiques.

LA QUESTION DU TEMPS, D'APRÈS M. BERGSON

A PROPOS DE LA THÉORIE D'EINSTEIN

Sous le titre : *Durée et Simultanéité*[1], M. Henri Bergson publie une magistrale étude sur la question du Temps, pour prendre position dans les passionnants débats que les vues nouvelles d'Einstein ont provoqués. L'illustre philosophe se devait de confronter ses conceptions profondes de la durée avec les temps multiples de la Théorie de la Relativité, ces temps qui coulent plus ou moins vite, ces simultanéités qui deviennent des successions et ces successions des simultanéités, lorsqu'on change de point de vue. L'étude est d'une grande clarté, et précise la notion de temps d'une façon décisive ; elle marquera un tournant dans l'histoire de la Théorie de la Relativité.

La place nous manque ici pour faire un résumé complet de cette œuvre si riche, que tout homme de science devra connaître. Aussi bien, nous nous proposons, dans cet article, moins d'en présenter une analyse que d'extraire les enseignements importants qu'elle comporte pour le physicien.

Auparavant, quelques mots sur la préface et quelques explications sont nécessaires.

M. Bergson s'est proposé de rechercher la signification philosophique des temps multiples d'Einstein. D'aucuns croiront sans doute qu'il va s'agir de quelque spéculation dans des régions inaccessibles. Ce serait une grave erreur. Le savant observe les faits et les décrit. A cet effet, il emploiera le plus souvent un langage conventionnel, quelque peu éloigné de la réalité, mais particulièrement approprié, particulièrement « commode » aurait dit Henri Poincaré. Ce sera l'une des tâches du philosophe de mettre justement en évidence la part de la convention dans toute description scientifique, de montrer les pièges qu'elle tend, de rechercher ce qu'elle ajoute et ce qu'elle enlève à la réalité. L'histoire des Sciences, particulièrement celle de la Mécanique, montre que nombreux sont les cas où les savants ont été égarés par le symbolisme, donnant aux formules un sens abusif ou aux principes une extension qu'ils ne comportaient pas.

Einstein a eu l'idée la plus heureuse en introduisant les temps multiples ; de la sorte il a simplifié considérablement le langage du physicien ; en le rendant plus symétrique, il a permis d'affronter par le calcul certaines questions jusqu'alors inextricables. Mais M. Bergson montrera qu'il ne faut pas être dupe du conventionalisme einsteinien ; et pour cela, il va s'efforcer d'en dégager le réel, de mettre à part les éléments fictifs, non perceptibles, introduits pour parfaire une symétrie commode. Il prendra les formules de Lorentz terme à terme ; il recherchera à quelle réalité concrète, à quelle chose perçue ou perceptible chaque terme correspond. Et le résultat de cette analyse pénétrante est inattendu pour celui qui se contente d'une vue superficielle de la Relativité : non seulement les thèses d'Einstein ne contredisent pas, mais encore elles confirment, elles apportent un commencement de preuve à la croyance naturelle des hommes à un temps unique et universel.

Telle est la conclusion à laquelle parviendra M. Bergson. Si naturelle qu'elle soit, elle paraîtra révolutionnaire à plus d'un, tant le Relativisme a jeté de troubles dans les idées.

I. — LA DEMI-RELATIVITÉ

L'expérience Michelson-Morley. — La demi-relativité ou relativité « unilatérale ». — Signification concrète des termes qui entrent dans les formules de Lorentz. — Dilatation du temps. — Dislocation de la simultanéité. — Contraction longitudinale.

On rendra plus facilement accessibles des résultats d'apparence étrange, si l'on fait revivre à l'esprit les étapes qui jalonnent leur découverte. C'est la méthode adoptée par M. Bergson. Il va commencer par décrire la célèbre expérience de Michelson-Morley, qui fut le point de départ de la Relativité. Il le fera en posant d'abord l'existence de l'éther, afin de ménager toutes les transitions, pour replacer le lecteur dans l'état d'âme où l'on pouvait se trouver à l'origine, alors qu'on croyait à l'éther immobile, au repos absolu, et qu'il fallait pourtant rendre compte de cette expérience. M. Bergson admet, pour expliquer le résultat négatif de l'expérience, l'hypothèse d'une « contraction » des corps en mouvement dans l'éther, introduite en même temps par Lorentz et Fitzgerald. Puis, remarquant — ce qui avait échappé à d'éminents relativistes — que ce n'est pas assez de la contraction de Lorentz pour établir, du point de vue de l'éther (système S), la théorie complète de cette expérience faite sur la Terre (système S'), mais qu'il faut y joindre l'allongement du temps et le déplacement des simultanéités, l'illustre philosophe reconstruit terme à terme la transformation de Lorentz et en

1. Un volume in-16 de la *Bibliothèque de Philosophie contemporaine*, Félix Alcan, édit. Paris, 1922.

montre ainsi la structure, avec ses particularités quant au temps et à l'espace. Cette manière d'établir la transformation de Lorentz est d'une rare élégance, et nombreux, croyons-nous, seront les physiciens qui adopteront ce mode d'exposition. Ces déformations du temps et de l'espace conduisent à un résultat curieux : grâce à la contraction des longueurs, la dilatation du temps, la dislocation des simultanéités, le système en mouvement S′ devient, vis-à-vis de la propagation lumineuse, plus généralement des phénomènes électromagnétiques, l' « exacte contrefaçon » d'un système fixe S dans l'éther. Dès lors, les deux systèmes S et S′ deviennent indiscernables, bien que l'un d'eux soit au repos dans ce fluide et l'autre en mouvement. L'existence de l'éther échappe ainsi à l'observation.

II. — LA RELATIVITÉ COMPLÈTE

De la réciprocité du mouvement. — Relativité « bilatérale » et non plus « unilatérale ». — Interférence de cette seconde hypothèse avec la première : malentendus qui en résulteront. — Mouvement relatif et mouvement absolu. — Propagation et transport. — Systèmes de référence. — De Descartes à Einstein.

Avec l'existence de l'éther, la transformation de Lorentz conduit à une relativité que M. Bergson qualifie d' « unilatérale », pour la distinguer de la relativité « bilatérale », où il y a parfaite *réciprocité* entre les deux systèmes. Dans cette hypothèse, l'éther — fluide au sens mécanique — n'existe plus. Ce dernier point de vue est celui qu'a adopté Einstein. Ce changement n'apporte d'ailleurs aucune modification de fait. Seulement, les contractions d'étendue, les dilatations de temps, les ruptures de simultanéité deviennent *explicitement* réciproques, et l'observateur en S′ répétera de S tout ce que l'observateur en S avait affirmé de S′.

Ainsi, il n'existe que le mouvement réciproque de S et S′ par rapport l'un à l'autre. Mais on n'étudie pas cette réciprocité sans adopter l'un des deux termes, S ou S′, comme « système de référence » ; or dès qu'un système a été ainsi immobilisé, il devient provisoirement un point de repère absolu, un succédané de l'éther. Le repos absolu, chassé par l'entendement, est rétabli par l'imagination. Dès lors, il y a risque que la relativité unilatérale « n'interfère » avec la relativité bilatérale, ou relativité proprement dite ; les faux problèmes surgiront du seul fait que des images sont empruntées à l'une pour soutenir les abstractions correspondant à l'autre.

C'est Descartes qui, le premier, a su marquer avec une précision définitive cette *réciprocité* du mouvement, essentielle pour la science. Et cependant, l'objection de Morus (1679) ne saurait être méconnue : « Si je suis assis tranquille et qu'un autre, s'éloignant de mille pas, soit rouge de fatigue, c'est bien lui qui se meut et c'est moi qui me repose. » Aussi bien, les mesures de déplacements, seules accessibles au physicien, ne sont-elles pas tout, et M. Bergson conclura avec infiniment de raison « qu'une réciprocité de déplacement est la manifestation à nos yeux d'un changement interne, absolu, se produisant quelque part dans l'espace ». Mais la science ne peut et ne doit retenir de la réalité que ce qui est *étalé* dans l'espace, homogène, mesurable, visuel. Le mouvement qu'elle étudie est donc toujours relatif et ne peut consister que dans une réciprocité de déplacement.

La relativité radicale du mouvement, postulée par Descartes, n'a pu être affirmée catégoriquement par la science moderne. La raison de cette abstention est profonde : elle a sa source dans la difficulté d'étendre cette relativité au mouvement *accéléré*. La Théorie de la relativité « restreinte » appelait donc à sa suite celle de la relativité *généralisée*, et ne pouvait être convaincante aux yeux du philosophe que si elle se prêtait à cette généralisation.

L'hypothèse de la réciprocité pure exige certaines précisions. Le « système de référence » sera le trièdre trirectangle par rapport auquel on conviendra de situer, en indiquant leurs distances respectives aux trois faces, tous les points de l'Univers. « Le physicien qui construit la science sera attaché à ce trièdre, dont le sommet lui servira généralement d'observatoire. Dans l'hypothèse de la relativité, le système de référence sera lui-même immobile pendant tout le temps qu'on l'emploiera à référer. Que peut être en effet la fixité d'un trièdre dans l'espace sinon la propriété qu'on lui octroie, la situation momentanément privilégiée qu'on lui assure en l'adoptant comme système de référence ? L'immobilité sera donc, par définition, l'état de l'observatoire où l'on se placera par la pensée. Certes, rien n'empêche de supposer, à un moment donné, que le système de référence est lui-même en mouvement... Mais quand le physicien met en mouvement son système de référence, c'est qu'il en choisit momentanément un autre, lequel devient immobile. »

D'autre part, M. Bergson appellera « système invariable », ou simplement « système », tout ensemble de points qui conservent les mêmes positions relatives et qui sont par conséquent immobiles les uns par rapport aux autres. La Terre est un système. On pourra généralement ériger un « système » en « système de référence ». Mais, dans la Théorie de la Relativité, le système de

référence ne sera pas un simple trièdre, muni d'un observateur unique, car il est « essentiel à cette Théorie d'éparpiller sur le système un nombre indéfini d'horloges réglées les unes sur les autres, et, par conséquent, d'observateurs. Il est vrai qu' « horloge » et « observateur » n'ont rien de matériel : par « horloge » on entend simplement ici un enregistrement idéal de l'heure selon des lois ou règles déterminées, et par « observateur » un lecteur idéal de l'heure idéalement enregistrée. Il n'en est pas moins vrai qu'on se représente maintenant la possibilité d'horloges matérielles et d'observateurs vivants en tous les points des systèmes. Cette circonstance sera précieuse pour le philosophe qui cherchera dans quelle mesure les temps d'Einstein sont des temps réels et devra, pour cela, poster des observateurs en chair et en os, des êtres conscients, en tous les points du système de référence où il y a des « horloges ».

III. — DE LA NATURE DU TEMPS

Succession et conscience. — Origine de l'idée d'un temps universel. — La Durée réelle et le temps mesurable. — De la simultanéité immédiatement perçue : simultanéité de flux et simultanéité dans l'instant. — De la simultanéité indiquée par les horloges. — Le temps qui se déroule. — Le temps déroulé et la quatrième dimension. — A quel signe on reconnaîtra qu'un Temps est réel.

Dans ce chapitre, l'auteur résume les caractères fondamentaux du temps, qu'il a su découvrir et qu'il a exposés dans ses précédents ouvrages. Il avait déjà envisagé l'hypothèse d'une multiplicité possible de durées et avait laissé ouverte la question de savoir si l'Univers était divisible ou non en mondes indépendants les uns des autres. Mais, ajoute M. Bergson, s'il fallait trancher la question, il opterait, dans l'état actuel de nos connaissances, pour l'hypothèse d'un temps un et universel. Ce n'est qu'une hypothèse, mais elle est fondée sur un raisonnement par analogie que nous devons tenir pour concluant, tant que l'on ne nous aura rien offert de plus satisfaisant. Ce raisonnement consiste essentiellement à reconnaître l'identité des consciences humaines, et à « imaginer autant de ces consciences qu'on voudra, disséminées dans l'Univers, mais juste assez rapprochées les unes des autres pour que deux d'entre elles consécutives, prises au hasard, aient en commun la portion extrême du champ de leur expérience extérieure. Chacune de ces deux expériences participe à la durée de chacune des deux consciences. Et puisque les deux consciences ont le même rythme de durée, il doit en être ainsi des deux expériences ». Une extension de proche en proche d'une part, et, d'autre part, l'élimination des consciences, sortes de relais pour le mouvement de la pensée, conduisent au « temps unique et impersonnel où s'écouleront toutes choses ».

Mais le temps qui dure n'est pas mesurable, car la mesure implique en effet *division* et *superposition*, et l'on ne saurait superposer des durées successives pour vérifier si elles sont égales ou inégales ; par hypothèse, l'une n'est plus quand l'autre paraît. Si cependant l'on parle de la mesure du temps, c'est que celui-ci laisse des *traces*, et qu'on identifie la mesure de ces traces avec celle du temps. Le déroulement se mesure sur le déroulé, lequel se divise et se mesure parce qu'il est espace ; l'autre est durée pure. On pourrait supposer que chacun de nous trace dans l'espace un mouvement ininterrompu du commencement à la fin de la vie consciente. Il pourrait marcher nuit et jour. Toute son histoire se déroulerait alors dans un temps mesurable. Nous substituons tout naturellement au voyage que nous ferions, le voyage de toute autre personne, puis un mouvement ininterrompu quelconque qui en serait contemporain. J'appelle « contemporain », précise M. Bergson, deux flux qui sont pour ma conscience *un* ou *deux* indifféremment, la conscience pouvant tour à tour les percevoir ensemble comme un écoulement unique ou les percevoir en les distinguant. Semblablement, sont « simultanées » deux perceptions instantanées, qui sont saisies dans un seul et même acte de l'esprit, l'attention pouvant ici encore en faire une ou deux à volonté. Dès lors, nous avons intérêt à utiliser ces facultés pour extérioriser notre propre durée en mouvement dans l'espace et à prendre pour « déroulement » du temps un mouvement indépendant de celui de notre propre corps. C'est ce que nous avons fait en choisissant le mouvement de rotation de la Terre pour marquer le temps.

Les théoriciens de la Relativité ne parlent jamais que de la simultanéité de deux instants. Mais avant celle-là, il en est pourtant une autre, dont l'idée est plus naturelle : la simultanéité de deux flux [1]. M. Bergson intercale ici une remarque très importante. La Théorie de la Relativité a essayé d'introduire une troisième distinction : la simultanéité entre les indications données par deux horloges éloignées l'une de l'autre. Deux horloges H et H' éloignées l'une de l'autre, réglées l'une sur l'autre, et marquant la même

1. Cette remarque peut être transportée en Physique mathématique. Avant de définir la simultanéité des indications d'horloges, il est beaucoup plus intuitif de définir des chemins (du « déroulé ») Δx, $\Delta x'$,... décrits « simultanément ». Cf. Edouard GUILLAUME : Congrès international des Mathématiciens, Strasbourg, 1920, p. 594.

heure, sont ou ne sont pas simultanées selon le point de vue. M. Bergson cherchera plus tard à quelle condition il est possible d'avancer de telles affirmations. Mais, par là, la Théorie reconnait qu'un événement E s'accomplissant à côté de l'horloge H est donné en simultanéité avec l'indication de l'horloge H dans le sens même que la psychologie attribue au mot simultanéité. Et de même pour la simultanéité de l'événement E′ avec l'indication de l'horloge « voisine » H′. Car si l'on ne commençait pas par admettre une simultanéité de ce genre, absolue, et qui n'a rien à voir avec des réglages d'horloges, les horloges ne serviraient à rien. Il est vrai que la simultanéité n'est constatable entre moments de deux flux que si ceux-ci passent « au même endroit ». Mais le sens commun, la science elle-même jusqu'à présent, ont étendu *a priori* cette conception de la simultanéité à des événements éloignés l'un de l'autre. Ils le faisaient moins en imaginant une conscience coextensive, capable d'embrasser les deux événements dans une perception unique et instantanée, que par application d'un principe inhérent à toute représentation mathématique des choses, à savoir que la distinction du « petit » et du « grand », du « peu éloigné » et du « très éloigné » n'a pas de valeur scientifique. Un microbe intelligent trouverait entre deux horloges « voisines » une distance énorme, et la simultanéité absolue, intuitivement perçue par nous, ne le serait pas pour lui; absolue à nos yeux, elle serait relative aux siens : on tombe dans l'absurde.

On a vu l'importance de distinguer entre le déroulement et le déroulé. Or, lorsqu'on passe du premier au second, il est naturel de doter l'espace d'une dimension supplémentaire. Le temps spatialisé n'est en réalité qu'une dimension ajoutée à l'espace. C'est cette quatrième dimension qui permet de juxtaposer ce qui est donné en succession, mais seule cette succession est réelle. Au dernier chapitre, M. Bergson examinera cette question de la quatrième dimension. Ici, il posera et résoudra le problème fondamental : qu'est-ce qu'un temps *réel*?

Certes, on a le droit de substituer au temps une ligne, par exemple, puisqu'il faut bien le mesurer. « Mais une ligne ne devra s'appeler du temps que là où la juxtaposition qu'elle nous offre sera convertible en succession; ou bien alors, ce sera arbitrairement, conventionnellement, que vous laisserez à cette ligne le nom de temps : il faudra nous en avertir, pour ne pas nous exposer à une confusion grave. Que sera-ce, poursuit M. Bergson, si vous introduisez dans vos raisonnements et vos calculs que la chose dénommée par vous « temps » *ne peut pas*, sous peine de contradiction, être perçue par une conscience réelle ou imaginaire ? Ne sera-ce pas alors, par définition, sur un temps fictif, irréel, que vous opérerez ? Or tel est le cas des temps considérés dans la Théorie de la Relativité. Il y en a de perçus ou perceptibles ; ceux-là pourront être tenus pour réels. Mais il en est d'autres auxquels la théorie défend, en quelque sorte, d'être perçus ou de devenir perceptibles : s'ils le devenaient, ils changeraient de grandeur, de telle sorte que la mesure, exacte si elle porte sur ce que l'on n'aperçoit pas, serait fausse aussitôt qu'on apercevrait. » C'est en confondant ces temps fictifs avec le temps réel, perçu ou perceptible, qu'on est tombé dans les inextricables paradoxes auxquels la Théorie de la Relativité a donné naissance.

Ainsi, M. Bergson prend comme critère de la réalité du temps la propriété d'être perçu ou perceptible. Placé sur ce terrain solide, il pourra aborder avec succès l'analyse des temps multiples de la Théorie de la Relativité.

Nous nous permettrons, à la fin de cet article, de revenir sur le critère de M. Bergson, de montrer toute l'élégance qu'il présente pour le physicien et de mettre en évidence ce qu'il y a de nouveau dans la solution proposée par l'illustre philosophe.

IV. — DE LA PLURALITÉ DES TEMPS

Les temps multiples et ralentis de la théorie de la Relativité : comment ils sont compatibles avec un Temps unique et universel. — La simultanéité « savante », dislocable en successions : comment elle est compatible avec la simultanéité « intuitive » et naturelle. — Examen des paradoxes relatifs au temps. L'hypothèse du voyageur enfermé dans un boulet. Le schéma de Minkowski. — Confusion qui est à l'origine de tous les paradoxes.

Reprenons l'expérience de Michelson-Morley. On la recommence à diverses époques de l'année, et, par conséquent, pour des vitesses variables de notre planète. Toujours le rayon lumineux se comporte comme si la Terre était immobile. Tel est le fait. Où est l'explication ?

Mais d'abord, remarque M. Bergson, que parle-t-on de vitesses de notre planète? La Terre serait-elle donc, absolument parlant, en mouvement à travers l'espace ? Evidemment non si l'on s'en tient strictement à l'hypothèse de la Relativité. Dès lors, la Terre peut toujours être supposée immobile pour les observateurs qu'elle entraîne ; ceux-ci la prendront pour système de référence, et le problème s'évanouit. Il ne reparaît que si l'on change le système de référence, si l'on veut, par exemple, faire la description de l'expérience de Michelson en prenant le Soleil

comme système de référence, par rapport auquel la Terre est alors en mouvement. Cette description exigera la contraction des longueurs, les temps multiples, la conversion des simultanéités en successions; bref, elle conduira nécessairement à la transformation de Lorentz. Mais alors une question se pose : dans quel sens ces modifications spatiales et temporelles doivent-elles être prises ?

Considérons un premier système S à l'intérieur duquel un observateur Pierre institue l'expérience de Michelson; puis un second système S', qui sera l'exact *duplicata* du système S avec ses appareils et un observateur Paul. Cette hypothèse n'est qu'une conséquence de la relativité pure, sur le terrain de laquelle nous restons. Supposons que l'observateur de S s'occupe uniquement du trajet de la lumière dans la direction OB, perpendiculaire à celle du mouvement réciproque des deux systèmes. Sur une horloge placée à l'origine O, il lit le temps t qu'a mis le rayon à aller de O en B et à revenir de B en O. De quel temps s'agit-il ? Evidemment d'un temps *réel*, c'est-à-dire d'un temps vécu et compté par une conscience qui note le moment du départ et le moment du retour du rayon. Ce raisonnement s'applique identiquement au duplicata S' de S; l'observateur de S' notera de même un temps d'aller et retour t', nécessaire à son rayon lumineux pour accomplir le trajet O'B'O'. Ce temps sera aussi un temps réel. Les temps t et t' seront-ils différents ? Evidemment non : la symétrie même des systèmes et des hypothèses exige qu'il s'agisse du même temps dans les deux cas.

Mais alors, que sont les temps multiples, à vitesses d'écoulement inégales, que la Théorie de la Relativité trouve aux divers systèmes selon leurs vitesses relatives ? Revenons aux systèmes S et S'. « Si nous considérons le temps que le physicien Pierre, situé en S, *attribue* au système S' habité par Paul, nous voyons que ce temps est en effet plus long que le temps compté par Pierre dans son propre système. Ce temps-là n'est donc pas vécu par Pierre. Mais nous venons de voir qu'il ne l'est pas non plus par Paul. A plus forte raison ne l'est-il pas par d'autres. Mais ce n'est pas assez dire. Si le temps attribué par Pierre au système de Paul n'est vécu ni par Pierre ni par Paul, ni par qui que ce soit, est-il du moins conçu par Pierre comme vécu, ou pouvant être vécu par Paul, ou plus généralement par quelqu'un ou plus généralement encore par quelque chose ? A y regarder de près, on verra qu'il n'en est rien. Sans doute Pierre colle sur ce temps une étiquette au nom de Paul ; mais s'il se représentait Paul conscient, vivant sa propre durée et la mesurant, *par là même, il verrait Paul prendre son propre système pour système de référence, et se placer alors dans ce temps unique, intérieur à chaque système, dont nous venons de parler: par là même aussi d'ailleurs, Pierre ferait provisoirement abandon de son système de référence, et par conséquent de son existence comme physicien, et par conséquent aussi de sa conscience; Pierre ne se verrait plus lui-même que comme une vision de Paul...* En résumé, tandis que le temps attribué par Pierre à son propre système est le temps par lui vécu, le temps que Pierre attribue au système de Paul n'est ni le temps vécu par Paul, ni un temps que Pierre conçoive comme vécu ou pouvant être vécu par Paul vivant et conscient. » En conclusion, *c'est une simple expression mathématique, destinée à marquer que c'est du système de Pierre que l'on fait la description de ce qui se passe dans le système de Paul.*

M. Bergson introduit une comparaison excellente: la perspective. Si un peintre dessine deux personnages, l'un Jean, près de lui, l'autre, Jacques, très éloigné, Jean pourra être reproduit en grandeur naturelle, tandis que l'autre sera réduit à la dimension d'un nain. Un second peintre qui serait près de Jacques et qui voudrait peindre les deux fera l'inverse. Les deux peintres auront raison. « Mais a-t-on le droit d'en conclure que Jean et Jacques n'ont ni la taille normale, ni celle d'un nain, ou qu'ils ont l'une et l'autre à la fois, ou que c'est comme on voudra ? » Evidemment non, et ce sont justement là les confusions constantes que l'on rencontre chez les écrivains de la Relativité. Lorsqu'en Relativité, j'immobilise mon système par la pensée, je mobilise les autres, et cela diversement. « Plus leur vitesse est grande, plus elle est *éloignée* de mon immobilité. C'est cette plus ou moins grande *distance* de ma vitesse à ma vitesse nulle que j'exprime dans ma représentation mathématique des autres systèmes quand je leur compte du temps plus ou moins lent, de même que c'est la plus ou moins grande distance entre Jacques et moi que j'exprime en réduisant plus ou moins sa taille. »

La multiplicité des temps ainsi obtenus n'empêche pas l'unité du temps réel ; « elle la présuppose plutôt, de même que la diminution de la taille avec la distance sur une série de toiles où je représenterais Jacques plus ou moins éloigné, indiquerait que Jacques conserve en réalité la même grandeur ».

Avec ces précisions, M. Bergson fournit des règles qui vont permettre de résoudre les paradoxes que l'on rencontre en Relativité.

Ce sera d'abord le voyage en boulet. On con-

naît le problème : un observateur, enfermé dans un boulet, va faire un voyage dans les espaces interstellaires avec une vitesse voisine de celle de la lumière. Lorsqu'il revient sur la Terre, il trouverait celle-ci vieillie de deux siècles alors que, pour lui, le voyage n'aurait duré que deux ans. La réciprocité parfaite exige que le temps réel du voyage soit le même et pour le boulet et pour la Terre. Les deux cents ans que l'observateur du boulet attribue à la Terre ne peuvent être que fictifs. Il faudra chercher un autre moyen pour ne pas vieillir.

On voit que les raisonnements qui précèdent imposent l'universalité du temps, et M. Bergson fait remarquer que l'idée d'un temps réel commun aux deux systèmes, identique pour S et pour S', s'impose dans l'hypothèse de la pluralité des temps mathématiques avec plus de force que dans l'hypothèse communément admise d'un temps mathématique un et universel. Celui-ci, en effet, est facilement compatible avec l'idée d'un système privilégié. Au contraire, l'hypothèse de la relativité consiste essentiellement à rejeter le système privilégié ; S et S' deviennent strictement interchangeables ; ce sont des duplicata l'un de l'autre, et les observateurs qu'ils contiennent vivent exactement la même durée : les deux systèmes ont le même temps réel. Ainsi, la Théorie de la Relativité n'ébranle pas l'idée admise de l'universalité du temps réel et tend plutôt à la consolider.

Poussant son analyse à fond, M. Bergson va reprendre toute la question à propos des simultanéités. Il y a une simultanéité intuitive qu'on pourrait appeler réelle et vécue. Einstein l'admet nécessairement puisque c'est par elle qu'il note l'heure d'un événement. On peut donner de la simultanéité les définitions les plus savantes, dire que c'est une identité entre des indications d'horloges réglées les unes sur les autres par un échange de signaux optiques, conclure de là que la simultanéité est relative au procédé de réglage. Il n'en est pas moins vrai que la simultanéité d'un événement avec l'indication d'une horloge qui en donne l'heure ne dépend d'aucun réglage des événements sur les horloges ; elle est absolue.

L'analyse conduit M. Bergson, quant aux simultanéités, à une conclusion corrélative de celle que nous venons de rapporter pour les durées multiples : on est en présence de deux simultanéités distinctes, l'une réelle, l'autre savante, sur laquelle on met la même étiquette. De là des difficultés et des confusions dont on a grand' peine à sortir. On pense à l'une et l'on fait intervenir l'autre.

Comme application, M. Bergson traite l'exemple de la voie, du train et des deux éclairs qui tombent simultanément en deux points A et B de la voie. En Relativité, on affirme que les chutes des éclairs ne sont pas simultanées pour un observateur entraîné avec le train. Pour décider de la simultanéité, on poste un observateur au milieu M de AB, avec une paire de miroirs inclinés à 45° sur la voie. Si l'observateur voit simultanément les images des deux éclairs dans les miroirs, on admet qu'ils sont tombés effectivement simultanément sur la voie. Soit M' le point du train qui est vis-à-vis de M à l'instant de la chute. Un observateur en M' ne pourra pas voir les images des éclairs se former simultanément dans une paire de miroirs situés en ce point du train, car, dit Einstein, M' se déplace (par rapport à la voie) et va à la rencontre de la lumière qui lui vient de B, tandis qu'il fuit la lumière lui venant de A. L'observateur verra donc la première plus tôt que la seconde. Les observateurs qui prennent le chemin de fer comme système de référence arrivent à cette conclusion que l'éclair B a été antérieur à l'éclair A.

Ici aussi, M. Bergson commencera par faire appel à la réciprocité rigoureuse exigée par la relativité. Les deux systèmes doivent être interchangeables ; tout est parfaitement symétrique. Nous pourrons marquer les points A' et B' sur le train qui sont en regard de A et B au moment des chutes. Lançons les deux éclairs. Ils n'appartiennent pas plus au système voie qu'au système train ; les effets produits doivent être symétriques. Il se passera en M' exactemnet la même chose qu'au point correspondant M. Si M est le milieu de AB et que ce soit en M que l'on perçoive une simultanéité sur la voie, c'est en M', milieu de A'B', qu'on percevra cette simultanéité dans le train. En s'attachant donc au perçu, au vécu, on a affaire à un seul et même temps : ce qui est simultané par rapport à la voie est simultané par rapport au train. A cet effet, nous nous sommes placé à la fois sur la voie et sur le train.

Mais le physicien procédera autrement, car ce qu'il cherchera, ce sera une représentation mathématique de l'Univers à partir d'un système déterminé pris comme système de référence, et sa description devra se conformer à des lois de perspective mathématique. Pour le physicien, il y a ce qu'il constate lui-même, — ceci il le note tel quel, — et il y a ensuite ce qu'il constate de la constatation éventuelle d'autrui : cela il le transforme, il le ramène à son point de vue. Mais la notation qu'il en fera alors ne correspondra plus à rien de perçu ou de perceptible.

Ce ne sera donc plus du réel, ce sera du symbolique [1]. « Que verra alors le physicien placé en M sur la voie ? Il constatera la simultanéité des deux éclairs. Il ne saurait être aussi au point M'. Tout ce qu'il peut faire est de dire qu'il voit idéalement en M' la constatation d'une non-simultanéité entre les deux éclairs... A vrai dire, rien n'est *constaté* en M', puisqu'il faudrait pour cela en M' un physicien, et que l'unique physicien du monde est, par hypothèse, en M. Il n'y a plus en M' qu'une certaine *notation* effectuée par l'observateur en M, notation qui est en effet celle d'une non-simultanéité *Ou, si l'on aime mieux, il y a en M' un physicien simplement imaginé, n'existant que dans la pensée du physicien en M.* »

Mais l'équivoque est si difficile à dissiper que M. Bergson va reprendre l'attaque d'un autre point de vue. Nous devons renoncer à esquisser ici la pénétrante analyse de l'auteur; nous y renvoyons le lecteur. Cette analyse fait justice d'une équivoque corrélative, née d'une interprétation abusive de l'Espace-Temps de Minkowski. Puisque deux événements éloignés, A et B, simultanés pour un système S, ne le sont pas pour un système S' en translation par rapport à S, — la distance dans le temps, pour S', dépendant de la vitesse de cette translation, — on s'est demandé si l'observateur de S' assistant à l'événement B, supposé antérieur à A pour S', ne pourrait pas prédire l'avenir en A. Non, répondent les relativistes, car il faudrait pour cela que l'on disposât entre A et B d'un agent de transmission se propageant plus vite que la lumière, ce qui serait contraire à la théorie. M. Bergson, allant au fond de la question, montrera que même un observateur possédant la vision instantanée à distance ne pourrait prédire l'avenir à un habitant éloigné sur S'. La raison en est encore que l'observateur de S' pour lequel A et B ne sont pas simultanés, est un observateur non réel, fictif, fantasmatique, placé sur S' pour la commodité de la description mathématique que le physicien, placé sur S, — physicien qui est seul réel, — fera de l'Univers.

Le mécanisme de la théorie de la Relativité est ainsi bien mis en évidence. En chaque point de l'Univers, on supposera un « physicien réel traînant à sa suite une nuée de physiciens fantasmatiques, autant qu'il imaginera de vitesses. Voulons-nous alors démêler ce qui est réel ? Voulons-nous savoir s'il y a un temps unique ou des temps multiples ? Nous n'avons pas à nous occuper des physiciens fantasmatiques, nous ne devons tenir compte que des physiciens réels. Nous nous demanderons s'ils perçoivent ou non le même temps. Or il est généralement difficile au philosophe d'affirmer avec certitude que deux personnes vivent le même rythme de durée. Il ne saurait même donner à cette affirmation un sens rigoureux et précis. Et pourtant il le peut dans l'hypothèse de la relativité : l'affirmation prend ici un sens très net, et devient certaine quand on compare entre eux deux systèmes en état de déplacement réciproque et uniforme ; les observateurs sont interchangeables. Cela n'est d'ailleurs tout à fait net et tout à fait certain que dans l'hypothèse de la relativité. Partout ailleurs, deux systèmes, si ressemblants soient-ils, différeront d'ordinaire par quelque côté, puisqu'ils n'occuperont pas la même place vis-à-vis du système privilégié. Mais la suppression du système privilégié est l'essence même de la théorie de la Relativité. Donc cette théorie, bien loin d'exclure l'hypothèse d'un Temps unique, l'appelle et lui donne une intelligibilité supérieure. »

V. — Les figures de lumière

« Lignes de lumière » et ligne rigide. — La « figure de lumière » et la figure d'espace : comment elles coïncident et comment elles se dissocient. — Triple effet de la dissociation. — 1° Effet transversal ou « dilatation du temps ». — 2° Effet longitudinal ou « dislocation de la simultanéité ». — 3° Effet transversal-longitudinal ou « contraction de Lorentz ». — Vraie nature du temps d'Einstein. — Transition à la Théorie de l'Espace-Temps.

Ainsi, à côté de la vision qu'il a de son propre système, le théoricien de la relativité évoque toutes les représentations attribuables à tous les physiciens qui apercevraient ce système en mouvement avec toutes les vitesses possibles. M. Bergson donne de ce fait une représentation particulièrement élégante. Reprenons l'expérience fondamentale de Michelson-Morley. Comme on sait, l'appareil qu'elle utilise comporte essentiellement une équerre rigide AOB, dont le bras OA est dirigé suivant le mouvement de la Terre, OB restant perpendiculaire à ce mouvement. Des rayons lumineux effectuent les trajets OAO et OBO, pour venir interférer en O. Au repos

1. Ce symbolisme résulte évidemment du point de vue d'Einstein, que décrit ici M. Bergson. Comme M. René de Saussure l'a reconnu le premier, le physicien peut parfaitement imaginer à la fois deux observateurs *réels*, l'un en M sur la voie, l'autre sur le train en un point M'', situé de telle façon qu'il passe justement en M au moment de l'arrivée des images des éclairs en ce point de la voie. Si donc celles-ci sont simultanées pour la voie, elles le seront aussi pour le train. Connaissant la transformation de Lorentz, on peut calculer exactement la position de M'' (Cf. *Archives des Sc. phys. et nat.*, (5), vol. III, 1921, p. 317), et il y aurait là un moyen de vérification expérimentale de la loi de propagation de la lumière, c'est-à-dire de la transformation de Lorentz, si la vitesse lumineuse n'était pas fantastiquement grande.

nous avons donc une équerre rigide et une équerre souple lumineuse qui coïncident exactement. Pour un observateur en mouvement, les deux figures se dissocient. Les lignes lumineuses OAO et OBO donneront naissance à des zigzags respectivement longitudinal et transversal, mais tels qu'ils soient tous deux parcourus dans le même temps par la lumière, puisque cette égalité des temps est le résultat même de l'expérience de Michelson-Morley.

Dans un raisonnement *a priori* selon les anciennes idées, on eût dit : « *c'est la figure rigide d'espace qui impose ses conditions à la figure de lumière* ». La Théorie de la Relativité consistera justement à renverser cette proposition, et à dire : « *c'est la figure de lumière qui impose ses conditions à la figure rigide* ». « En d'autres termes, la figure rigide n'est pas la réalité même : ce n'est qu'une construction de l'esprit; et de cette construction, c'est la figure de lumière, seule donnée, qui doit fournir les règles [1]. »

M. Bergson retrouve sur ces figures les trois effets déjà étudiés : dilatation du temps, dislocation de la simultanéité, contraction de Lorentz, et leur donne ainsi un sens profond.

On voit le rôle primordial que la propagation de la lumière joue dans la Théorie de la Relativité. Nous avons soutenu que, dans cette théorie, c'est la vitesse de la lumière et non plus la rotation de la Terre qui est l'horloge suprême. M. Bergson partage notre opinion : « En ce qui concerne plus spécialement le temps, c'est de l'horloge sidérale qu'on a usé pour le développement de la Physique et de l'Astronomie : notamment, on a découvert la loi d'attraction newtonienne et le principe de la conservation de l'énergie. Mais ces résultats sont incompatibles avec la constance du jour sidéral, car d'après eux, les marées doivent agir comme un frein sur la rotation de la Terre. De sorte que l'utilisation de l'horloge sidérale conduit à des conséquences qui imposent l'adoption d'une horloge nouvelle. Il n'est pas douteux que le progrès de la Physique ne tende à nous présenter l'horloge optique — je veux dire la propagation de la lumière — comme l'horloge limite, celle qui est au terme de toutes ces approximations successives. »

VI. — L'ESPACE-TEMPS A QUATRE DIMENSIONS

Comment s'introduit l'idée d'une quatrième dimension. — Comment l'immobilité s'exprime en termes de mouvement. — Comment le temps s'amalgame avec l'espace. — La conception générale d'un Espace-Temps à quatre dimensions. — Ce qu'elle ajoute et ce qu'elle enlève à la réalité. — Double illusion à laquelle elle nous expose. — Caractère tout particulier de cette conception dans la théorie de la Relativité. — Confusion spéciale où l'on risque ici de tomber. — Le réel et le virtuel. — Ce que représente effectivement l'amalgame Espace-Temps.

Ce chapitre, très important, est consacré au temps, envisagé comme quatrième dimension de l'espace, et à l'amalgame Espace-Temps de Minkowski.

Avec la transformation de Lorentz, « la notation d'une quatrième dimension s'introduit pour ainsi dire automatiquement dans la Théorie de la Relativité. De là, sans doute, l'opinion souvent exprimée que nous devons à cette théorie la première idée d'un milieu à quatre dimensions englobant le temps et l'espace. » Mais, dès qu'on spatialise le temps, dès qu'on l'étale sur une ligne, — comme on le fait depuis longtemps en Mécanique, — le temps prend l'aspect d'une dimension de l'espace. Il en résulte que « l'espace-temps de Minkowski et d'Einstein est une *espèce* dont la spatialisation commune du temps dans un espace à quatre dimensions est un *genre* ». Or, quelle que soit l'« espèce » envisagée, la spatialisation du temps dans une quatrième dimension est doublement inadéquate. C'est ce que montre clairement M. Bergson. Un mobile qui décrit une courbe à n dimensions aura, pour le mathématicien, un mouvement représentable par une courbe de l'espace à $n+1$ dimensions ; la courbe qui *se décrit*, qui *se trace*, est remplacée par la courbe *toute tracée*, ayant une dimension de plus. Mais, par là même qu'on substitue du *tout fait* à ce que l'on aperçoit *se faisant*, on élimine le devenir inhérent au temps. Ce devenir, évidemment, est irréductible à toute spatialisation. D'autre part, supposons donné l'espace à $n+1$ dimensions avec une courbe représentative toute tracée. Il sera possible de couper cet espace par une infinité d'espaces à n dimensions. Il y aura donc une infinité de courbes à n dimensions *se traçant*, ayant la même courbe à $n+1$ dimensions comme courbe représentative. Les courbes différeront non seulement

1. Il est intéressant de rapprocher ces idées de celles que Poincaré a exprimées dans son fondamental mémoire de 1905 (*Rendiconti del Circolo Matematico di Palermo*, t. XXI, 1906) : « Comment faisons-nous nos mesures? En transportant les uns sur les autres des objets regardés comme des solides invariables, répondra-t-on d'abord ; mais cela n'est plus vrai dans la théorie actuelle, si l'on admet la contraction lorentzienne. Dans cette théorie, deux longueurs égales, ce sont, par définition, deux longueurs que la lumière met le même temps à parcourir. Peut-être suffirait-il de renoncer à cette définition, pour que la théorie fût aussi complètement bouleversée que l'a été le système de Ptolémée par l'intervention de Copernic. » Le mémoire de Poincaré, presque inconnu, est daté du 23 juillet 1905. On y trouve déjà la célèbre règle d'addition des vitesses, qui est généralement attribuée à Einstein seul (30 juin 1905), ainsi que les principes fondamentaux de l'Espace-Temps à 4 dimensions, avec l'unité de temps imaginaire, développés plus tard par Minkowski (1908).

par leur forme, mais encore par les vitesses avec lesquelles elles seront engendrées. La représentation n'est donc pas parfaite : elle supprime l'élément essentiel et introduit une foule d'éléments parasites.

Dans l'espace-temps de la Théorie de la Relativité, il y aura lieu de distinguer, comme on l'a fait précédemment, l'espace et le temps réel, complètement distincts pour l'observateur réel dans son système. L'amalgame de temps et d'espace ne se produit que lorsqu'il met, par la pensée, son système en mouvement. Et l'amalgame n'existe que dans sa pensée.

« Nous sommes ainsi ramenés à nos conclusions antérieures. On nous montrait que deux événements, simultanés pour le personnage qui les observe, à l'intérieur de son système, seraient successifs pour celui qui se représenterait, du dehors, le système en mouvement. Nous l'accordions, mais nous faisions remarquer que l'intervalle entre les deux événements devenus successifs aura beau s'appeler du temps, il ne pourrait contenir aucun événement : c'est, disions-nous, du « néant dilaté ».

VII. — Remarque finale

Le Temps de la Relativité restreinte et l'Espace de la Relativité généralisée.

La conclusion de cette étude, quant au Temps et à l'Espace, ne saurait être modifiée par le fait qu'on ajoute un champ de gravitation à l'espace. Il est vrai qu'il n'est plus possible alors d'effectuer la synchronisation d'horloges à l'aide des signaux optiques. « Par suite, en toute rigueur, la définition optique du temps s'évanouit. Dès qu'on voudra alors donner un sens à la coordonnée « temps », on se placera nécessairement dans les conditions de la relativité restreinte, en allant au besoin les chercher à l'infini. »

Les temps de la Relativité restreinte, un seul d'entre eux excepté, sont des temps sans durée, où des événements ne sauraient se succéder, ni des choses subsister, ni des êtres vieillir. Vieillissement et durée appartiennent à l'ordre de la qualité. Aucun effort d'analyse ne les résoudra en quantité pure.

Descartes ramenait la matière — considérée dans l'instant — à l'étendue : la Physique, à ses yeux, atteignait le réel dans la mesure où elle était géométrique. Dans la Relativité généralisée, en réduisant la gravitation à l'inertie, Einstein a permis à la Physique de devenir géométrie : en ce sens, il est le continuateur de Descartes.

***

Les conclusions de l'étude de M. Bergson sont d'une importance essentielle pour le physicien. C'est ce que nous voudrions montrer brièvement en les appliquant à un problème particulier de la Relativité restreinte. Ce problème a été traité par Einstein lui-même dans son Mémoire « *Ueber das Relativitätsprinzip und die aus demselben gezogenen Folgerungen* », paru en 1907 dans le *Jahrbuch der Radioaktivität und Elektronik* (4, p. 411). On le retrouve dans tous les ouvrages sur la Relativité. Le voici en substance.

Considérons une horloge H′ immobile à l'origine O′ du système S′, et appliquons-lui la relation de Lorentz :

$$ct\sqrt{1-\frac{v^2}{c^2}} = ct' + \frac{v}{c}x'.$$

Puisque, dit Einstein, l'horloge est immobile sur S′, il faut poser :

$$(1) \qquad x' = 0,$$

de sorte qu'entre le temps t' qu'elle marque pour l'observateur de S′ et l'indication t que lui attribue l'observateur de S, — par rapport auquel elle possède la vitesse v, — il y a la relation :

$$(2) \qquad t = \frac{t'}{\sqrt{1-\frac{v^2}{c^2}}},$$

d'où Einstein conclut : « Une horloge, en mouvement relatif de vitesse v par rapport à un système de référence S, va, envisagée depuis ce système, $1 : \sqrt{1-v^2/c^2}$ fois plus lentement que si elle était au repos dans ce système. » Passant aux fréquences N et N′, il écrira la relation :

$$(3) \qquad N = N'\sqrt{1-\frac{v^2}{c^2}}$$

qu'il propose de vérifier sur les lumières émises par les corpuscules vibrants des rayons canaux, corpuscules qui sont des sortes d'horloges.

Or, la formule de l'effet Doppler-Fizeau, en Relativité restreinte, donne entre les périodes Θ et Θ′ d'une source lumineuse en mouvement pour un observateur qui braque son spectroscope perpendiculairement à la trajectoire :

$$(4) \qquad \Theta = \frac{\Theta'}{\sqrt{1-\frac{v^2}{c^2}}},$$

soit une relation d'apparence identique à (2).

Cela posé, appliquons les raisonnements de M. Bergson. Considérons la différence $t - t'$. Elle n'est pas nulle. Que signifie-t-elle ? Si nous admettons qu'elle ne représente qu'un temps

fictif, irréel, qui ne saurait être effectivement vécu par rien ni par personne, qu'elle n'est en un mot que du « néant dilaté », il ne pourra s'y loger aucune oscillation nouvelle de l'horloge H'. Il faudra donc nécessairement que le nombre d'oscillations de H' soit le même tant pour S que pour S', et les relations (2) ou (3) d'Einstein deviennent elles-mêmes fictives. Les deux membres de (3) ne sont que des expressions différentes d'un seul et même nombre d'oscillations. Ainsi, les relations (2) et (4) qui, formellement, ont même structure, possèdent néanmoins des significations essentiellement différentes, et ce serait une erreur de les avoir confondues.

Cette conclusion est celle que nous avons formulée en 1920, dans notre étude de la *Revue de Métaphysique et de Morale* (p. 445 et suiv.). Nous avons alors fait remarquer que la coordonnée x' avait un double sens. Pour Einstein, elle signifie la coordonnée de l'horloge (corpuscule, ion, électron, atome vibrant), et l'illustre physicien pose la condition (1). Or, il est essentiel de se rendre compte que ce n'est pas le corpuscule vibrant lui-même que l'on observe au spectroscope, mais bien la lumière qui en émane. Dans ce cas, x' représente la projection, sur l'axe $O'x'$, de la direction ct' du train d'ondes. En tenant compte de ce fait essentiel, on parvient à l'*invariant* remarquable :

$$t\,\Theta = t'\,\Theta',$$

qui s'accorde pleinement avec les conclusions de M. Bergson : t et t' sont des mesures différentes de la *même* durée, c'est-à-dire des mesures faites avec des horloges de périodes différentes, et ces dernières ne sont autres que les périodes Θ et Θ' du train d'ondes pour les observateurs situés sur S et sur S' respectivement.

Mais on voit combien élégante est la solution proposée par M. Bergson. Alors qu'avec le point de vue classique, lorsqu'on dit que t et t' sont des mesures différentes de la même durée, il est nécessaire d'opérer un changement dans les unités, M. Bergson pourra ne pas modifier celles-ci : en compensation, il éliminera la différence $t - t'$ en la qualifiant de « durée fictive ».

Ce résultat est gros de conséquences. Dans son opuscule « *La Théorie de la Relativité restreinte et généralisée*, mise à la portée de tout le monde », c'est de la formule (2) qu'Einstein déduit le déplacement relatif des raies spectrales d'une source placée sur le Soleil, par rapport à une source identique placée sur la Terre. Or, pour passer du système-Soleil au système-Terre, la Théorie de la Relativité généralisée n'offre pas de *substitution* analogue à la transformation de Lorentz, qui permettrait d'établir une relation entre les périodes, telle que la relation (4). Einstein n'a donc à sa disposition qu'une relation, non de la nature de (4), mais de la nature de (2). Si donc une telle relation ne présente aucun contenu réel, si elle ne fait qu'exprimer un simple changement d'unités, nous devons conclure que le déplacement prévu par Einstein ne peut être lui-même que fictif et ne saurait correspondre à rien de constatable.

On sait que St John, l'éminent spectroscopiste de l'Observatoire du Mont Wilson, ne partage pas les idées des observateurs qui ont constaté un déplacement de la grandeur voulue sur quelques lignes du Soleil. Aussi bien, il a fait entreprendre une étude d'ensemble du spectre solaire pour trancher définitivement la question. C'est avec une légitime impatience qu'on attend le verdict du célèbre observateur sur l'une des questions les plus profondes que l'esprit humain se puisse poser.

Et cependant, qu'arriverait-il si ce verdict était affirmatif, s'il était prouvé que l'effet Einstein existe et est exprimé exactement par la formule de l'illustre physicien ? A notre avis, le point de vue que défend M. Bergson ne s'en imposerait pas moins, et c'est la théorie d'Einstein qu'il faudrait modifier. Par une intuition géniale, Einstein aurait deviné une formule juste ; mais cette formule ne devrait pas être confondue avec celle que l'on déduit de la Relativité généralisée, pas plus que ne doivent être confondues les formules d'apparence identique (2) et (4) de la Théorie restreinte.

Edouard Guillaume.

MYDRIATIQUES ET MYOTIQUES[1]

ÉTUDE DES RAPPORTS ENTRE LEUR STRUCTURE CHIMIQUE ET LEUR ACTION PHYSIOLOGIQUE

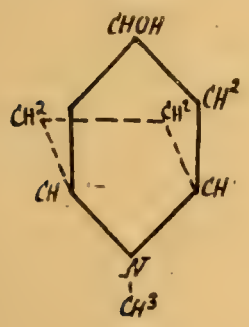
DEUXIÈME PARTIE[1]

III. — Mydriatiques passifs

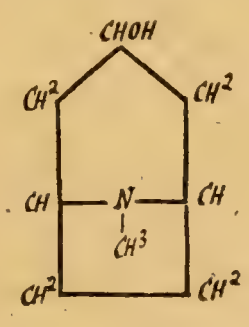
Mydriatiques exerçant une action paralysante sur le parasympathique oculaire (moteur oculaire commun et nerfs ciliaires courts)

Les mydriatiques passifs sont les plus importants parmi les mydriatiques utilisés en médecine. Ils ont pour type l'atropine, alcaloïde naturel, dont la constitution chimique est définitivement établie tout à la fois par l'analyse et par la synthèse (Ladenburg, Merling, Einhorn, Willstätter.)

L'atropine, qui constitue la forme racémique du principal alcaloïde des Solanées médicinales, l'hyoscyamine (lévogyre), est un éther-sel d'aminoalcool : l'acide éthérifiant est un acide-alcool cyclique, l'*acide tropique* ou phénylhydracrylique, $CH^2OH.CH(C^6H^5).CO^2H$; la base aminoalcoolique est une base bicyclique complexe dont le support peut être considéré soit comme un double noyau pipéridique et pyrrolidinique avec



Tropine (fig. 1)
Double noyau pipéridique et pyrrolidinique.



Tropine (fig. 2)
Cycloheptanol avec pont d'azote.

une chaîne commune — $CH^2—N(CH^3)—CH^2$— (fig. 1), soit comme un dérivé d'un alcool hydrocyclique en C^7, le cycloheptanol, dont les deux atomes de carbone en β par rapport à la fonction alcool sont réunis par un atome d'azote (fig. 2).

Ni la base tropine, malgré sa structure complexe, ni l'acide tropique ne possèdent, à eux seuls, les propriétés mydriatiques de l'alcaloïde qui résulte de leur combinaison ; seul, l'ensemble constitue ce qu'on pourrait appeler le groupement atomique actif des mydriatiques passifs, car chaque fois qu'on le rencontre dans des composés analogues, naturels ou synthétiques, on voit apparaître le pouvoir mydriatique.

Toutefois, il suffit de changements très faibles dans l'un ou dans l'autre des deux tronçons de la molécule atropinique pour que ce pouvoir soit modifié et parfois même annihilé. Ce sont précisément ces conditions structurales générales et ces modifications fonctionnelles que nous nous proposons d'étudier ici.

Nous les examinerons tout d'abord dans la base aminoalcool, où nous envisagerons successivement le rôle du support et le rôle des fonctions aminée et alcoolique ; puis nous étudierons le rôle de l'acide éthérifiant d'après la structure de son squelette carboné et la nature de ses diverses fonctions.

Dans cette étude, nous prendrons surtout en considération l'intensité du pouvoir mydriatique, car c'est la comparaison primordiale qu'il convient de faire. Mais nous savons que dans la pratique oculistique d'autres facteurs importants doivent être envisagés : rapidité d'action, fugacité des effets, intégrité de l'accommodation. Malheureusement cette voie a été, jusqu'ici, peu explorée. Nous verrons que le tropate de tropaneméthylol (mydriasine) produit une mydriase intense sans paralysie de l'accommodation (von Braun) ; nous verrons également que la β-phényl-α-oxypropionyl-tropéine commence à dilater la pupille du chat beaucoup plus tôt que l'atropine, mais ultérieurement son action est lente et la dilatation maximum est atteinte plus tardivement qu'avec l'atropine (Pyman).

Nous noterons enfin que certains myotiques comme l'ésérine font disparaître, chez le chien, la mydriase produite par l'euphtalmine (Porcher et Busquet). Cependant toutes ces recherches sont isolées et mériteraient d'être non seulement reprises chez l'homme, mais aussi étendues à de nouvelles séries chimiques. Il reste donc beaucoup à faire et nous espérons par cette étude susciter de nouveaux travaux et indiquer les voies dans lesquelles il conviendrait de s'engager.

1. Voir la première partie dans la *Rev. gén. des Sc.* du 15 octobre 1922, p. 544 et suiv.

§ 1. — Influence du support

Nous avons vu que le support de la base tropine est constitué par un noyau azoté bicyclique qui fait de cette base un dérivé à la fois pipéridique et pyrrolidinique. De ces deux noyaux, le plus important est le noyau pipéridique, car c'est lui qui contient l'oxhydryle alcoolique sur lequel vient se fixer l'acide tropique, indispensable pour créer le pouvoir mydriatique. Mais cette fonction alcool pourrait exister sur un noyau pyrrolidinique simple (ou conjugué à un noyau autre que le pipéridique), ou encore sur un support non cyclique. Aussi, allons-nous rechercher si un support spécial est nécessaire et quelle est l'influence des divers supports. Nous noterons, dès à présent, que les substitutions sur ces noyaux étudiées récemment par von Braun[1] n'ont été examinées par cet auteur que relativement aux propriétés anesthésiques des éthers benzoïques des aminoalcools dérivés de ces noyaux et non en ce qui concerne les propriétés mydriatiques des éthers tropiques des mêmes bases. Nous n'examinerons donc ici que l'influence des noyaux eux-mêmes.

1° *Le support peut être acyclique.* — On peut se demander tout d'abord si un aminoalcool à chaîne acyclique ne pourrait pas, après éthérification par l'acide tropique, donner un éther doué de propriétés mydriatiques. C'est exactement un problème analogue à celui que s'est posé, il y a une vingtaine d'années, M. Fourneau à propos du pouvoir anesthésique de la cocaïne, dont le squelette est le même que celui de la tropine, problème qu'il a résolu avec succès par la découverte de la stovaïne.

Ce problème a été également posé dans le domaine des alcaloïdes mydriatiques, et il a reçu une solution positive sinon au point de vue pratique, du moins au point de vue théorique.

Le diméthylaminopropanol, éthérifié par l'acide tropique, fournit un éther :

$$C^6H^5-CH(CH^2OH)-CO^2-CH^2-CH^2-CH^2-N\begin{cases}CH^3\\CH^3\end{cases}$$

qui, sans doute, n'est doué que de propriétés mydriatiques faibles, quoique très nettes, mais qui produit une action paralysante caractéristique sur le vague cardiaque[2].

Tout récemment, J. von Braun (*loc. cit.*) a apporté de nouveaux exemples de mydriatiques dont la base aminoalcool est acyclique, notamment le diméhtylaminoéthanol homologue inférieur du précédent :

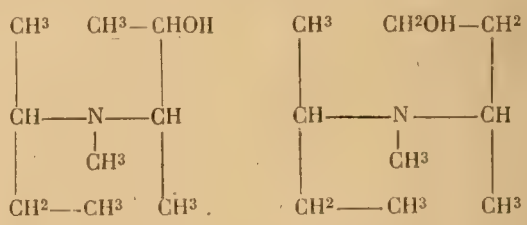
$$(CH^3)^2N-CH^2-CH^2OH$$

et les deux diéthylamino-éthanol et propanol correspondants :

$$(C^2H^5)^2N-CH^2-CH^2OH$$
$$(C^2H^5)^2N-CH^2-CH^2-CH^2OH.$$

Toutefois, dans l'étude pharmacologique faite par Pohl (Breslau), les éthers tropiques de ces aminoalcools n'ont été examinés que comparativement entre eux et non par rapport à l'atropine, si bien qu'il est difficile de tirer une conclusion quantitative. Néanmoins on peut conclure d'une façon certaine que les aminoalcools acycliques sont susceptibles de servir de support à l'acide tropique pour constituer des alcaloïdes mydriatiques passifs.

Au surplus, si l'on veut comparer rigoureusement au point de vue quantitatif le support tropine avec un support acyclique, il conviendrait d'examiner des produits possédant, comme les bases hypothétiques suivantes :



une structure et un poids moléculaire se rapprochant aussi exactement que possible de ceux de la base tropine. La question des alcaloïdes mydriatiques synthétiques pourrait alors conduire à des résultats pratiques analogues à ceux qui ont été obtenus dans le domaine des anesthésiques locaux par MM. Fourneau, Einhorn, etc.

2° *Le support peut être monocyclique : pipéridique ou pyrrolidinique.* — La synthèse relativement facile des dérivés oxypipéridiques ou oxypyrrolidiniques a permis d'étudier l'influence exercée par les noyaux pipéridique et pyrrolidinique sur les propriétés mydriatiques. Toutefois, dans cette étude qui remonte à une vingtaine d'années, on s'est contenté d'éthérifier les aminoalcools par l'acide homotropique (phénylglycolique ou mandélique) $C^6H^5-CHOH-CO^2H$. De sorte que les alcaloïdes mydriatiques synthétiques ainsi obtenus doivent être comparés à l'homatropine et non à l'atropine.

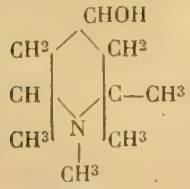
La N-méthylvinyldiacétonalcamine[1] est précisément l'une de ces bases aminoalcooliques à

1. Julius von Braun, Braunsdorf et K. Rath : *Ber. d. D. chem. Ges.*, t. LV (1922), p. 1669.

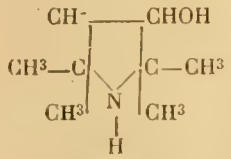
2. W. Wichura : *Ztschr. f. exp. Path. u. Ther.*, t. XX (1919), p. 1.

1. Harries : *Ber. d. D. chem. Ges.*, t. XXIX, p. 2730 ; 1896.

noyau pipéridique. Ethérifiée par l'acide phénylglycolique, elle fournit un produit dont l'activité mydriatique est comparable à celle de l'homatropine et qui a été introduit en thérapeutique sous le nom d'euphtalmine :



N-Methylvinyl-diacétonalcamine.
Son éther phénylglycolique ou euphtalmine est un mydriatique puissant.



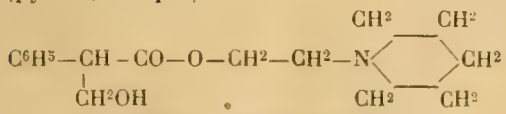
β.Oxytétraméthyl-pyrrolidine.
Son éther phénylglycolique est faiblement mydriatique.

De même, on a étudié l'éther phénylglycolique de la β-oxytétraméthylpyrrolidine; mais ses propriétés mydriatiques, quoique très nettes, sont beaucoup plus faibles que celles de l'euphtalmine.

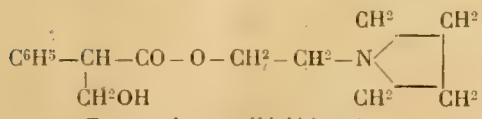
Elles ne se manifestent même nettement que lorsqu'il y a diminution de l'excitabilité du sphincteririen [1].

Il en résulte que le noyau pyrrolidinique est capable, comme le noyau pipéridique, de fournir des dérivés mydriatiques. Au point de vue quantitatif, il semble bien que les dérivés pyrrolidiniques soient moins actifs que les dérivés pipéridiques; toutefois, il convient de noter que toute comparaison rigoureuse est impossible dans le cas de la β-oxytétraméthylpyrrolidine, car l'azote de cette base n'est pas méthylé et, de plus, la fonction alcool se trouve en position β par rapport à cet azote.

Le travail récent de von Braun et de ses collaborateurs nous permet cependant de confirmer la conclusion ci-dessus, car l'étude des éthers tropiques de deux dérivés analogues ne présentant comme différence que la nature de leur noyau montre que l'un de ces dérivés (pipéridique) est nettement plus mydriatique que l'autre (pyrrolidinique).

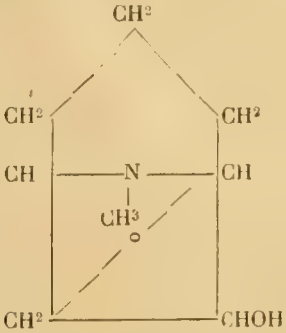


Tropate de pipéridyléthanol.

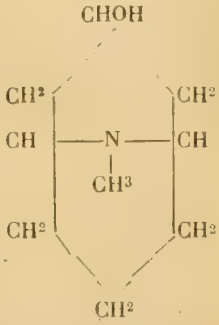


Tropate de pyrrolidyléthanol.

3° *Le noyau bicyclique pipéridique et pyrrolidinique peut être bipipéridique.* — On a étudié, tout récemment, des produits de réduction de la pseudo-pelletiérine et obtenu suivant l'agent réducteur employé (amalgame de sodium ou zinc iodhydrique), deux méthylgranatolines stéréoisomères dont l'une fournit, aussi bien avec l'acide phénylglyolique qu'avec l'acide tropique, des éthers mydriatiques [1].



Scopoline
Noyau bicyclique pipéridique et pyrrolidinique.



Méthylgranatoline
Hydropseudo-pelletiérine
Noyau bicyclique bipipéridique.

Ainsi le noyau bipipéridique peut engendrer, comme le noyau mixte des bases tropine et scopoline [2], des alcaloïdes mydriatiques; toutefois l'auteur américain ne nous a fourni aucun renseignement quantitatif sur la valeur comparative de ces deux séries de dérivés.

Notons enfin pour terminer que le noyau bicyclique peut être non saturé; c'est ainsi que l'éther tropique de la β-oxyéthylnortropidine est aussi mydriatique que l'éther tropique du β-oxéthylnortropane (voir plus loin).

Signalons également les propriétés mydriatiques de l'éther tropique de la lupinéine [3], base dont la constitution n'est pas connue, mais qui possède probablement un double noyau pipéridique.

§ 2. — Influence de la fonction aminée : nature et position de cette fonction

Dans le groupe des mydriatiques, comme pour la plupart des poisons possédant une action élective ou même locale sur le système nerveux périphérique, la fonction aminée paraît jouer un rôle prépondérant.

Suivant les conceptions d'Ehrlich, dont l'opi-

1. Hildebrandt : *Arch. int. Pharm.*, t. VIII (1901), p. 508.

1. Hess : *Ber. d. D. ch. Ges.*, t. LI (1918), p. 1007; Louis F. Werner : *Jl. of. Amer. Chem. Soc.*, t. L (1918), p. 669.

2. Les bases tropine et scopoline possèdent le même noyau bicyclique; elles diffèrent notamment parce que dans la première la fonction alcool est greffée sur le noyau pipéridique, tandis que c'est sur le noyau pyrollidinique qu'elle est greffée dans la scopoline. La scopoline possède, en outre, une fonction oxyde interne dont la position n'est pas encore déterminée avec certitude. La scopolamine est plus mydriatique que l'atropine, mais de même activité que l'hyoscyamine.

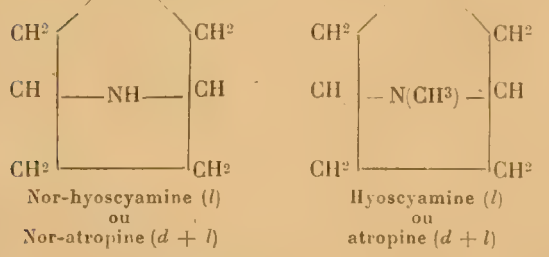
3. Lewin et Guillery : Die Wirkungen von Arzneimitteln und Giften auf das Auge. Berlin (1913), t. I, p. 186.

nion est partagée par M. Fourneau, c'est grâce à ce groupement aminé que s'effectuerait la fixation sur la substance nerveuse, et la disparition de la fonction aminée entraînerait toujours la suppression des propriétés pharmacodynamiques.

On conçoit dès lors que la nature secondaire, tertiaire ou quaternaire de cette fonction puisse influencer ces propriétés. Nous allons voir qu'il en est bien ainsi pour les mydriatiques passifs et nous noterons en outre que la position de cette fonction n'est pas indifférente.

1° *La fonction aminée secondaire est moins favorable que la tertiaire.* — Nous avons déjà vu que la β-oxytétraméthylpyrrolidine dont l'azote est secondaire est douée de propriétés mydriatiques, mais que sa faible activité peut être attribuée non seulement à la nature secondaire de son azote, mais encore à son noyau pyrrolidinique ou à la position de sa fonction alcool. L'étude de la nor-hyoscyamine et de la nor-atropine, c'est-à-dire des amines secondaires correspondant à l'hyoscyamine et à l'atropine, est beaucoup plus démonstrative.

Laidlaw [1] a constaté que ces bases secondaires sont 8 fois moins mydriatiques que les bases tertiaires correspondantes.



Nor-hyoscyamine (*l*) ou Nor-atropine (*d* + *l*) — Hyoscyamine (*l*) ou atropine (*d* + *l*)

2° *Influence variable de la fonction ammonium quaternaire.* — Dans la série de l'atropine, l'alcoylation de l'azote tertiaire affaiblit l'activité mydriatique. Erbe ainsi que Grube, cités par Pyman (*loc. cit.*, p. 1.112), ont montré que le nitrate de méthyltropine, employé en oculistique [2] sous le nom d'eumydrine, est approximativement intermédiaire entre l'homatropine et l'atropine. Issekutz estime même que l'activité de l'eumydrine est sensiblement égale à celle de l'atropine.

Il en serait de même dans la série de l'homatropine où, d'après Pyman (*loc. cit.*, p. 1115), les sels quaternaires de cette base, notamment le nitrate de méthylhomatropine ou novatropine, seraient aussi actifs que l'homatropine elle-même. Notons en outre que les dérivés quaternaires sont moins toxiques que les tertiaires.

On peut donc conclure que la fonction ammonium quaternaire ne renforce pas le pouvoir mydriatique et que, dans certains cas, elle le diminue faiblement.

Nous ferons remarquer toutefois que l'alcoylation n'a été essayée qu'avec les radicaux méthyle et éthyle et que peut-être il conviendrait d'examiner d'autres alcoylations : propyle, butyle, amyle, etc.

3° *Influence du radical alcoylé fixé à l'atome d'azote.* — L'atropine et la plupart de ses succédanés possèdent un atome d'azote pipéridique ou pyrrolidinique substitué par un radical méthyle. Nous avons vu plus haut que cette substitution exerce une influence favorable, puisque la nor-atropine est 8 fois moins active que l'atropine.

Mais on ne paraît pas avoir envisagé d'autres substitutions que celle d'un méthyle. Il serait intéressant d'étudier les diverses alcoylnor-atropines homologues, ainsi que les dérivés benzylés correspondants.

Von Braun a bien étudié quelques dérivés de substitution sur l'atome d'azote, mais il s'agit de radicaux possédant une fonction alcool —N—CH²—CH²OH, N—CH²—CH²—CH²OH et —N—CH²—CH²—CH²—CH²—CH²—OH greffés sur un noyau tropane.

Dans ces dérivés, que nous allons retrouver un peu plus loin, l'allongement de la chaîne n'est pas favorable; mais nous ferons remarquer que cette modification de l'activité mydriatique est plus vraisemblablement la conséquence de la position de la fonction alcool qui se trouve plus éloignée de l'atome d'azote.

4° *Influence de la position de la fonction aminée.* — La question de l'influence de la position relative de la fonction aminée peut être étudiée soit par rapport au squelette carboné, soit par rapport à la fonction alcool.

Le premier cas a déjà été partiellement envisagé par nous lorsque nous avons étudié l'influence du support; toutefois les faits actuellement connus sont insuffisants pour tirer des conclusions formelles, d'autant que l'influence de la position de la fonction alcool intervient pour une part importante.

Quant au second cas, il sera examiné en détail dans le paragraphe suivant.

1. Carr et Reynolds : *Jl. Chem. Soc.*, t. CI (1912), p. 945.
2. On a également employé en oculistique le nitrate d'éthyltropine, le bromure de méthyltropine (Vaubel, Darier, *Clin. ophtalmol.*, année 1902, p. 318), le bromure de benzyltropine.

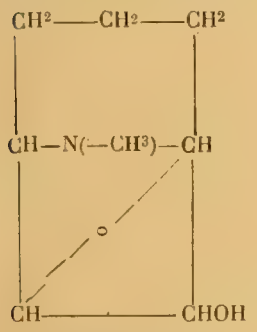
§ 3. — Influence de la fonction alcool : nature et position de cette fonction

Nous avons déjà exposé le rôle important que joue la fonction alcool dans les alcaloïdes mydriatiques : c'est elle, en effet, qui fournit l'oxhydryle sur lequel vient se fixer l'acide éthérifiant sans lequel il n'y a point de propriétés mydriatiques électives ou locales[1].

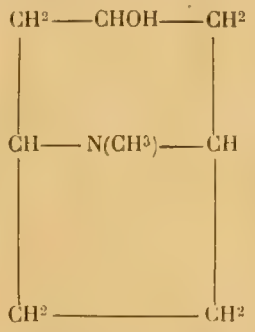
Dans l'atropine, cet oxhydryle appartient à une fonction alcool secondaire située sur le noyau pipéridique et en position γ par rapport à l'atome d'azote.

En ce qui concerne la position de la fonction alcool, il y a lieu d'examiner d'une part si l'éloignement de cette fonction par rapport à l'atome d'azote exerce une influence sur le pouvoir mydriatique, d'autre part si une fonction alcool extracyclique ne produirait pas les mêmes effets que la fonction intracyclique de l'atropine. Enfin, pour ce qui est de la nature de cette fonction, l'étude des dérivés à fonctions alcool autres que la fonction secondaire sera susceptible de fournir quelques indications.

1° *Dérivés à fonction alcool intracyclique.* — Nous avons vu que dans la β-oxy-tétraméthylpyrrolidine, qui est faiblement mydriatique, la fonction alcool secondaire est fixée en β par rapport à l'atome d'azote, tandis que dans l'atropine,



Scopoline
dont l'éther tropique, la scopolamine, est fortement mydriatiq.

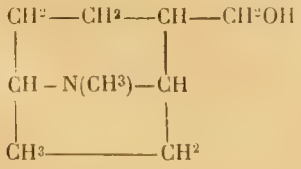


Tropine
dont l'éther tropique, l'hyoscyamine, est fortement mydriatiq.

fortement mydriatique, cette fonction est en γ. On pourrait en conclure que la position β est peu favorable. Mais l'exemple de la scopolamine, dont le pouvoir mydriatique est au moins aussi intense que celui de l'hyoscyamine, nous montre que les deux positions β et γ sont sensiblement équivalentes.

2. *Dérivés à fonctions alcool extracyclique.* — Ces dérivés sont de deux sortes suivant que la fonction alcool est fixée sur une chaîne ou un chaînon carboné, qui se trouvent eux-mêmes attachés soit à un atome de carbone, soit à l'atome d'azote du noyau.

Dans le premier cas nous ne possédons qu'un seul exemple, celui de l'homotropine de von Braun[1].

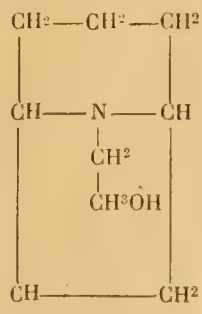


Homotropine.

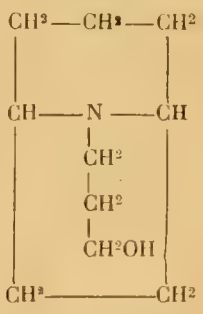
Cette base, qui s'obtient en réduisant par le sodium et l'alcool le tropanecarbonate d'éthyle, fournit un éther tropique[2] fortement mydriatique qui a été introduit en oculistique sous le nom de mydriasine. Ce produit aurait l'avantage de ne pas paralyser l'accommodation. On voit donc que la fonction alcool primaire extracyclique en position γ est aussi favorable que la fonction alcool secondaire intracyclique de l'atropine qui se trouve également en γ.

Quant aux dérivés dont la fonction alcool est fixée sur une chaîne rattachée à un atome d'azote, ils sont beaucoup plus nombreux et ils ont été étudiés systématiquement par von Braun. Cet auteur a montré que, dans ce cas, l'allongement de la chaîne fixée à l'atome d'azote n'augmente pas le pouvoir mydriatique et même le diminue parfois.

C'est ainsi que le β-oxéthylnor-tropane fournit un éther tropique très nettement mydriatique, tandis que le même éther dérivé de l'oxypropylnor-tropane ne produit pas de mydriase.



β-oxéthylnortropane
dont l'éther tropique est mydriatique.



β-oxypropylnortropane
dont l'éther tropique n'est pas mydriatique.

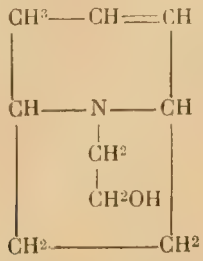
Au cours de son travail, von Braun a constaté que la non-saturation du noyau tropane ne di-

1. Certains alcaloïdes sans fonction alcool éthérifiée, notamment la base tropine, peuvent posséder des propriétés mydriatiques réflexes ; ils n'ont rien à voir dans cette étude.

1. Von Braun et K. Rath : *Ber. d. D. chem. Ges.*, t. LIII (1920), p. 601.

2. Notons que l'éther phénylglycolique de cette base n'est pas mydriatique, alors que son éther benzoïque est doué de propriétés mydriatiques nettes ; mais, chose curieuse, cet éther benzoïque n'est pas anesthésique local.

minue pas l'activité de l'éther tropique correspondant :



β-oxéthylnortropidine
dont l'éther tropique est aussi mydriatique que celui de son isomère saturé.

Ainsi, dans les cas précédents, la position de la fonction alcool en γ n'est pas favorable [1]. Dans les composés non cycliques à poids moléculaire moins élevé, il n'en est pas toujours de même.

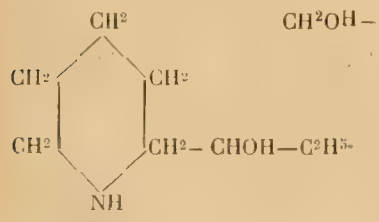
C'est ainsi que les éthers tropiques des aminoalcools suivants sont sensiblement d'activité mydriatique égale lorsqu'on considère ceux à fonction alcool en β par rapport à ceux à fonction alcool en γ; toutefois le composé IV (γ) est un peu plus actif que le composé III (β).

$(CH^3)^2N—CH^2—CH^2OH$ Diméthylaminoéthanol I
$(CH^3)^2N—CH^2—CH^2—CH^2OH$ Diméthylaminopropanol II
$(C^2H^5)^2N—CH^2—CH^2OH$ Diéthylaminoéthanol III
$(C^2H^5)^2N—CH^2—CH^2—CH^2OH$ Diéthylaminopropanol. IV

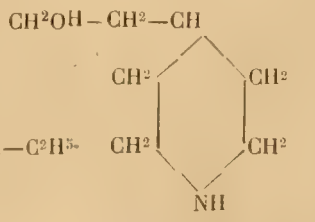
On peut donc conclure que l'éloignement de la fonction alcool ne renforce sensiblement pas le pouvoir mydriatique et qu'il tend même à le diminuer ou à le supprimer.

Nous ferons remarquer que les conclusions ci-dessus ne s'appliquent qu'aux aminoalcools à support linéaire ou à support bicyclique, mais il est fort probable qu'il en serait de même pour les aminoalcools à support monocyclique.

Il est curieux que l'on n'ait pas encore songé à étudier, au point de vue de leur pouvoir mydriatique, les éthers tropiques des dérivés oxypipéridiques à fonction alcool extracyclique, tels que la conhydrine et les pipécolylalkines (ou leurs dérivés tertiaires) :



Conhydrine
fonction alcool en β



α-Méthylolpipécoline
fonction alcool en ε

De même, en série cyclique, on pourrait étudier certains composés oxypipéridiques (à fonction alcool intracyclique) de structure plus simple que la vinyldiacétonalcamine, notamment la pseudoconhydrine.

Enfin, en série acyclique, il serait aisé d'examiner comparativement les éthers tropiques de quelques aminoalcools à fonction alcool en β ou en γ : l'obtention de ces bases est en effet des plus faciles.

Il reste donc encore beaucoup à faire dans ce domaine, et ce n'est que lorsque les diverses séries auront été examinées plus complètement qu'on pourra formuler des règles définitives.

3° *Nature de la fonction alcoolique.* — Nous venons de voir que de nombreux aminoalcools cycliques ou acycliques, bâtis ou non sur le type de l'atropine, et possédant une fonction alcool primaire, fournissent des éthers tropiques doués de propriétés mydriatiques de même nature que celles des alcaloïdes de la série de l'atropine, alcaloïdes dont la fonction alcool est secondaire.

Bien que nous ne possédions pas de données quantitatives rigoureuses sur la valeur comparative de ces deux séries de dérivés, il semble bien qu'on puisse admettre que les fonctions alcools primaires et secondaires sont sensiblement aussi actives. Nous avons vu, en effet, que l'éther tropique de l'homotropine (mydriasine) est doué d'un pouvoir mydriatique analogue à celui de l'atropine et nous avons fait remarquer que ce dérivé ne paralyse pas l'accommodation ; c'est là une propriété extrêmement intéressante, qu'il est difficile cependant d'attribuer à la nature primaire de la fonction alcool, alors qu'on peut invoquer plus vraisemblablement la position extracyclique de cette fonction et la substitution sur le squelette pipéridique.

Il resterait encore à examiner l'influence de la fonction alcool tertiaire, mais, jusqu'ici, aucun auteur n'a tenté cette étude, non seulement parce que, en série cyclique, les aminoalcools à fonction alcool tertiaire sont plus difficiles à réaliser, mais aussi parce que l'éthérification de cette fonction alcool par l'acide tropique est probablement très pénible, sinon impossible.

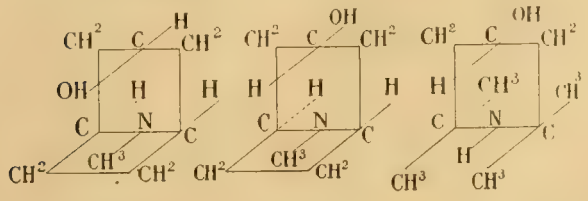
§ 4. — Influence de l'isomérie stérique

La structure pipéridinique dissymétriquement substituée de la base tropine et la présence dans cette base d'une fonction alcool secondaire entraînent une isomérie stérique qui a été observée tout d'abord dans la nature (tropine et pseudotropine) et que nous retrouvons dans la plupart des alcaloïdes analogues synthétiques ou

1. Il n'en est pas de même pour les éthers benzoïques correspondants, dont les propriétés anesthésiques locales vont en croissant jusqu'à la chaîne ε-oxyamylée, c'est-à-dire jusqu'au terme en C^5 (von Braun).

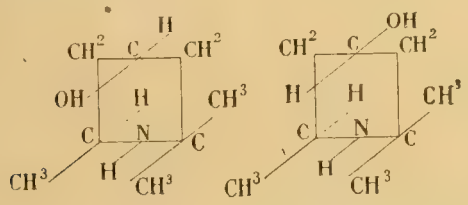
non (méthylvinyldiacétonalcamine, méthylgranatoline).

Cette isomérie peut se représenter facilement par les schémas suivants :



Tropine forme instable dissymétriques — *Pseudo-tropine* forme stable — *Triacétonalcamine* symétrique

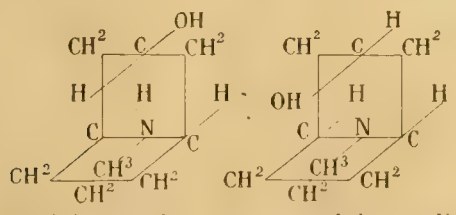
L'examen du schéma de la triacétonalcamine montre que cet aminoalcool est parfaitement symétrique et ne peut posséder d'isomérie stérique. Par contre, les schémas de la vinyldiacétonalcamine rendent tangible l'existence de cette isomérie et, de fait, on a pu, par des agents réducteurs appropriés, transformer l'aminocétone correspondante en deux aminoalcools stéréoisomères (Harries).



Vinyldiacétonalcamine forme instable fusible à 160° — *Vinyldiacétonalcamine* forme stable fusible à 137°

Tous ces isomères, aussi bien dans la série de la tropine que dans celle de la vinyldiacétonalcamine, présentent cette propriété remarquable que, seuls, les dérivés instables fournissent des éthers tropiques ou phénylglycoliques doués du pouvoir mydriatique.

On retrouve la même propriété dans la série de la pseudopelletiérine, mais avec cette particularité que la réduction par le sodium et l'alcool qui, avec la tropinone, fournit la pseudotropine à éther non mydriatique [1] donne, avec la pseudo-pelletiérine, une méthylgranatoline à éther tropique mydriatique. Inversement la



Méthylgranatoline (éther tropique mydriatique) — *Isométhylgranotoline* (éther tropique non mydriat.

1. Liebermann et Limpach : *D. Chem. Ges.*, t. XXV (1892), p. 933 ; essai physiologique effectué sur la pseudotropine naturelle par Liebreich.

réduction par l'acide iodhydrique et le zinc, qui transforme la tropinone en tropine, réduit la pseudopelletiérine en une méthylgranatoline dont les éthers tropique et phénylglycolique ne sont pas mydriatiques [1].

Cette curieuse différence de propriétés physiologiques entre deux séries d'isomères aussi voisines est réellement remarquable. Nous verrons tout à l'heure que les isomères optiques, qui, eux aussi, se distinguent par une différence de position de l'hydrogène et de l'oxhydryle autour du carbone de la fonction alcoolique, ne présentent au point de vue mydriatique que des variations quantitatives et non qualitatives [2]. Nous étudierons ces variations dans le paragraphe suivant, car, dans les alcaloïdes atropiniques, l'isomérie optique est créée par cet acide et non par la base tropine.

Il n'en est plus de même avec la scopolamine, dont le fragment basique, la scopoline, possède deux atomes de carbone asymétrique. Toutefois l'étude chimique des scopolines isomères est à peine ébauchée et il y a lieu de prévoir de nombreuses complications dues à la multiplicité des formes actives (4 formes actives pures et 4 racémiques partiels) et des formes inactives [3].

§ 5. — Influence de l'acide éthérifiant

Dans les alcaloïdes mydriatiques passifs, l'acide éthérifiant joue, avons-nous vu, un rôle des plus importants au point de vue des propriétés physiologiques de ces alcaloïdes ; sans lui, les aminoalcools plus ou moins complexes sur lesquels cet acide est fixé sont dépourvus des propriétés paralysantes que possèdent ces alcaloïdes vis-à-vis du système parasympathique. Mais, tandis que, dans les quelques alcaloïdes mydriatiques passifs fournis par la nature, le support aminoalcoolique est diversement constitué (tropine, scopoline), l'acide éthérifiant, au contraire, est toujours représenté par un type unique, l'acide tropique, acide alcool aromatique de formule relativement simple $C^6H^5—CH(CH^2OH)—CO^2H$ qui possède un carbone asymétrique et qui est doué d'un pouvoir rotatoire gauche qu'il communique à l'alcaloïde dont il fait partie.

Pendant un certain temps, on a cru que cet acide-alcool ne pouvait pas être remplacé par un

1. L. F. Werner : *Journ. of Am. Chem. Soc.*, t. XL (1918), p. 669.

2. Nous savons cependant que certaines propriétés physiologiques, comme la saveur sucrée dans certains sucres ou acides aminés, peuvent appartenir à un isomère optique et manquer à l'autre.

3. H. King : *Journ. Chem. Soc.*, t. CXV (1919), p. 476, 974.

autre acide, mais Buchheim [1] et Schmiedeberg, en 1876, montrèrent que l'éther benzoïque de la base tropine, la benzoyltropéine, est doué également de propriétés mydriatiques, quoique beaucoup plus faibles; par contre, la tropéine (homatropine) fournie par l'acide phénylglycolique $C^6H^5—CHOH—CO^2H$, homologue inférieur de l'acide tropique, est d'une activité mydriatique se rapprochant plus de celle de l'atropine.

L'étude des divers acides susceptibles d'éthérifier la base tropine fut, depuis cette époque, l'objet de divers travaux isolés (Ladenburg, Marcacci, etc.), jusqu'au jour où le chimiste anglais Pyman [2] et ses collaborateurs entreprirent un travail important dont nous reproduirons ici les principales conclusions.

Nous examinerons tout d'abord l'influence des divers acides à fonction simple ou à fonction complexe en les groupant d'après l'ordre d'activité des alcaloïdes mydriatiques (tropéines [3]) auxquels ils donnent naissance, puis nous envisagerons les variations produites par l'acylation des acides-alcools favorables, et enfin l'influence exercée par l'isomérie optique de ces acides-alcools.

1° *Les acides-alcools cycliques fournissent les tropéines les plus actives.* — Les acides-alcools sont, d'une façon générale, les plus favorables et, parmi eux, ceux de la série cyclique l'emportent de beaucoup sur ceux de la série acyclique.

Les plus actifs sont par ordre d'activité décroissante [4] :

l'acide tropique $C^6H^5.CH(CH^2OH).CO^2H$
l'acide β-phényllactique $C^6H^5.CH^2.CHOH.CO^2H$
l'acide phénylglycolique [5] $C^6H^5.CHOH.CO^2H$

L'acide atrolactique ou α-phényllactique $C^6H^5.C(OH)(CH^3).CO^2H$ fournit une tropéine mydriatique (Volkers) dont le degré d'activité n'est pas connu; quant au quatrième isomère de l'acide tropique, l'acide phénylhydracrylique, $C^6H^5.CHOH.CH^2.CO^2H$, il ne semble pas qu'on ait préparé et étudié sa tropéine.

1. Buchheim : *Arch. exp. Path. u. Pharm.*, t. V (1876), p. 463.
2. Pyman : Relation entre la constitution chimique et l'action physiologique. *Journ. of Chem. Soc.*, t. CXI (1917), p. 1103-1128.
3. Le mot tropéine est un terme générique qui s'applique à tout éther de la tropine.
4. Nous n'avons envisagé ici que les acides racémiques, afin de ne comparer que les tropéines racémiques correspondantes : atropine, phényllactyltropéine et homatropine; les deux premières tropéines sont d'activité très voisine.
5. D'après un travail tout récent de D. I. Macht (*Proc. of Soc. exp. Biol. and Med.*, t. XIX, (1922), p. 184), le phénylglycolate de Na, et non le tropate, serait mydriatique par action directe sur le sphincter irien; l'homatropine agirait donc par un double mécanisme.

Les substitutions carbonées sur le noyau benzénique n'affaiblissent pas l'action mydriatique quelles qu'en soient les positions; c'est ainsi que les tropéines des acides *o*-, *m*- et *p*-tolylglycoliques ont la même activité que l'homatropine (Pyman : *loc. cit.*, p. 1113).

L'introduction dans l'acide tropique d'une fonction alcool ne diminue pas le pouvoir mydriatique; en effet, l'acide atroglycérique $C^6H^5.C(OH)(CH^2OH).CO^2H$ fournit une tropéine dont l'activité chez le chat est intermédiaire entre celles de l'atropine et de l'homatropine [1].

Dans l'acide β-phényllactique, le radical phényle peut être remplacé par un radical pyridyle, mais l'acide β-2-pyridyl-α-oxypropionique ainsi obtenu fournit une tropéine beaucoup moins active (Pyman : *loc. cit.*, p. 1114).

En série acyclique, les acides-alcools ont été peu étudiés; seul, parmi les acides à fonction simple, l'acide lactique fournit une lactyltropéine très faiblement mydriatique (Gottlieb); parmi les acides à fonctions complexes, on n'a examiné que l'acide tartrique qui donne une tropéine non mydriatique.

2° *Les acides à fonction simple, sauf quelques acides cycliques, ne fournissent pas de tropéines mydriatiques.* — Nous avons vu que l'acide benzoïque fournit une benzoyltropéine faiblement mydriatique (Buchheim); il en est de même de l'acide phénylacétique $C^6H^5.CH^2.CO^2H$ et de l'acide homatropique; enfin les tropéines des acides pyridinecarbonique et phtalique sont également, mais très faiblement, mydriatiques. Par contre, les acides cycliques non saturés (cinnamique [2] et atropique [3]) et les acides acycliques monobasiques (acétique) et bibasiques (succinique, fumarique) fournissent des tropéines non mydriatiques (Gottlieb, Pyman : *loc. cit.*, p. 1110).

3° *Quelques acides-phénols fournissent des tropéines faiblement mydriatiques.* — Ladenburg a, le premier, montré qu'un acide oxybenzoïque, l'acide méta, examiné par Volkers, peut fournir une tropéine faiblement mydriatique.

Toutefois Ladenburg [4] estimait que l'acide ortho, examiné par Falck, ne jouit pas de la même propriété.

1. Sur l'œil de l'homme, le pouvoir mydriatique de l'atroglycéryltropéine est égal à celui de l'homatropine.
2. Pyman (*loc. cit.*, p. 1113), contrairement à Ladenburg, a trouvé la cinnamyltropéine non mydriatique.
3. Lewin et Guillery : *loc. cit.*, t. I, p. 185.
4. Ladenburg : *Liebig's Annalen*, t. CCXVII (1883), p. 82.

Or Pyman (*loc. cit.*, p. 1111) a montré que cet acide fournit une tropéine plus mydriatique que la tropéine de l'acide méta, celle-ci étant elle-même plus active que la benzoyltropéine. Par contre, la para-oxybenzoyltropéine (Pyman) et la protocatéchyltropéine, qui possèdent toutes deux un oxhydryle en para, sont dénuées de propriétés mydriatiques (Marshall, Pyman). On ne paraît pas avoir étudié les acides oxytropique ou oxyphénylglycolique ; peut-être ceux-ci seraient-ils plus favorables que les acides correspondants non phénoliques, puisque nous voyons l'acide salicylique (*o*-oxybenzoïque) fournir une tropéine plus active que l'acide benzoïque. De même il y aurait lieu d'examiner les acides éthoxylés correspondants tels que $C^2H^5O.C^6H^4.CHOH.CO^2H$, etc.

4° *L'éthérification de la fonction alcool de l'acide tropique ou de ses homologues n'est pas favorable, mais ne supprime pas le pouvoir mydriatique.* — L'acétylation et, d'une façon générale, l'acylation constituent une méthode simple de pharmacologie synthétique, qui a pour effet de modifier quantitativement les propriétés pharmacodynamiques.

Dans le groupe des acides-alcools de la série de l'atropine, cette méthode n'a été appliquée jusqu'ici qu'à l'acide tropique qui, lui-même, n'a été soumis à l'éthérification que par un seul acide, l'acide acétique.

Cet acide acétyltropique fournit une tropéine :

$$C^6H^5-CH\begin{cases} CO^2H \\ CH^2O-CO-CH^2 \end{cases}$$

l'acétyltropyltropéine ou acétylatropine, qui est nettement mydriatique, mais dont l'intensité d'action n'a pas été précisée [1]. Il serait intéressant de reprendre cette étude et d'examiner les divers acides organiques, en déterminant dans chaque cas le degré du pouvoir mydriatique.

Il en est de même pour ce qui concerne les produits d'éthérification par les hydracides. Ici, il est vrai, seuls les acides chlorhydrique et bromhydrique peuvent être pris en considération, mais Lewin et Guillery (*loc. cit.*, t. I, p. 186) ne mentionnent que les produits résultant de leur action sur l'acide tropique, c'est-à-dire les acides chloro- et bromohydratropiques $C^6H^5.CH(CH^2X).CO^2H$; les tropéines qui dérivent de ces acides sont moins actives que l'atropine ; de plus, la tropéine chlorée est plus mydriatique que la tropéine bromée.

Pyman (*loc. cit.*, p. 1113) a examiné l'acide phénylchloracétique $C^6H^5.CHCl.CO^2H$ et a constaté que la tropéine de cet acide est moins mydriatique que la tropéine de l'acide phénylglycolique (homatropine). L'acide aminé correspondant $C^6H^5.CH(NH^2).CO^2H$ fournit également une tropéine moins active.

En définitive, il semble que l'éthérification des acides-alcools affaiblisse le pouvoir mydriatique des tropéines qu'on en dérive, mais cela n'est pas rigoureusement démontré en ce qui concerne l'éthérification par les divers acides organiques.

5° *Influence de l'isomérie optique des acides éthérifiants.* — Nous avons déjà signalé que l'acide tropique possède un carbone asymétrique et que, dans les alcaloïdes mydriatiques naturels, cet acide est le plus souvent lévogyre. L'hyoscyamine (lévogyre) est la tropéine qui correspond à cet acide, tandis que dans l'atropine (racémique) l'acide tropique est à l'état de racémique.

On a pu préparer synthétiquement non seulement l'acide tropique dextrogyre et l'hyoscyamine droite qui lui correspond, mais encore les acides phénylglycoliques droit et gauche, si bien qu'on a pu comparer les inverses optiques et les racémiques, non seulement dans la série de l'atropine, mais encore dans la série de l'homatropine.

Dans la série de l'atropine, Cushny avait constaté que l'hyoscyamine naturelle lévogyre est 14 fois plus mydriatique que l'hyoscyamine dextrogyre, mais l'alcaloïde de Cushny était partiellement racémisé. Laidlaw, avec un alcaloïde de pureté certaine, a observé que la base lévogyre est 100 fois plus active que la base dextrogyre [1].

Quant à l'atropine (racémique), elle est sensiblement deux fois moins active que l'hyoscyamine. Il en est de même de la nor-atropine vis-à-vis de la nor-hyoscyamine [2].

Ces écarts remarquables ne s'observent plus dans la série de l'homatropine, qui a été étudiée par Pyman (*loc. cit.*, p. 1113) ; d'après cet auteur [3], l'homatropine gauche est aussi active que les homatropines droite et racémique. Ainsi, dans le groupe des alcaloïdes mydriatiques passifs, l'isomérie optique des acides éthérifiants entraîne parfois une augmentation considérable du pouvoir mydriatique, mais ce renforcement important n'a pas lieu pour tous les acides qui

1. Lewin et Guillery : *loc. cit.*, t. I, p. 186.

1. Barrowcliff et Tutin : *Jl. Chem. Soc.*, t. XCV (1909), p. 1906.

2. Carr et Reynolds : *Jl. Chem. Soc.*, t. CI (1912), p. 946.

3. On trouve dans Frænkel, sans indication de source, quelques différences entre les homatropines : l'atropine ayant un pouvoir mydriatique fixé à 500, celui des homatropines serait de 23 pour la lévogyre, 17 pour la racémique et de 13 pour la dextrogyre.

sont susceptibles de donner des alcaloïdes mydriatiques.

Conclusions

Après avoir parcouru aussi rapidement que possible les nombreux travaux accomplis par les chimistes dans le groupe des mydriatiques et des myotiques, et après avoir formulé pour chaque groupe et pour chaque fonction des conclusions particulières, il nous reste maintenant à exprimer quelques conclusions d'ordre général. Il nous a été donné, en effet, de constater que dans cette série des mydriatiques et des myotiques, malgré des efforts persévérants et un labeur considérable, non seulement les chimistes ne sont point arrivés à dépasser en puissance les alcaloïdes fournis par la nature, mais que, même lorsqu'ils ont réussi à les égaler, ils n'y sont parvenus qu'en imitant le squelette de leurs noyaux, en en conservant les fonctions aminées et alcooliques fondamentales et en empruntant la structure de leurs acides éthérifiants.

Une telle constatation ne doit cependant pas nous conduire à tirer des conclusions finalistes.

Comment concevoir, en effet, que la nature, inconsciente aussi bien dans sa prodigalité que dans sa parcimonie, ait pu prévoir toutes les applications des principes chimiques créés par elle ?

S'il nous fallait imaginer une nature prévoyante, préparant silencieusement de savantes et utiles combinaisons, permettant ainsi tout à la fois aux médecins d'exercer leur art avec plus de sécurité et de succès, et aux « bella dona » d'augmenter par la largeur de leur pupilles leur pouvoir de séduction, il nous faudrait aussi imaginer une nature marâtre plaçant, à côté du médicament qui soulage et qui guérit, le poison qui altère ou qui tue.

Laissons donc ces conceptions qui relèvent plutôt du domaine de l'imagination que de celui de la science !

Nos constatations, cependant, n'en restent pas moins fort remarquables.

Pour les expliquer, il nous faut dès lors les attribuer, ou bien à une coïncidence due au hasard, ou encore à ce fait que la nature a créé une immense diversité d'alcaloïdes, et que l'empirisme, fondé sur un usage parfois millénaire, ne nous a révélé que les plus actifs.

J'incline à croire qu'il faut rejeter cette dernière hypothèse, car l'étude des nombreux principes constituants nous montre que les dérivés d'un même type ne sont pas aussi divers qu'on pourrait le supposer, et que, notamment pour les mydriatiques atropiniques, c'est toujours le même genre de support et le même type d'acide éthérifiant que l'on retrouve dans les végétaux qui fournissent des produits de cette nature.

Il nous faut donc admettre que c'est à un hasard heureux et fortuit qu'est due cette quasi perfection dans la formation des alcaloïdes naturels mydriatiques et myotiques.

Et quoi donc pourrait nous empêcher de voir là un effet du hasard ?

Les chimistes n'ont-ils pas déjà, dans leurs innombrables synthèses, obtenu, eux aussi, de pareilles réussites, incontestablement dues au hasard ?

La découverte du sulfonal, de l'antipyrine et de nombreux autres médicaments n'est-elle pas un véritable hasard de laboratoire ?

Mieux encore, dans le domaine des parfums, n'est-ce pas un hasard merveilleux qui a fait trouver, du premier coup, dans le musc artificiel, un produit d'une puissance insoupçonnée et, dans l'éther méthylique de l'acide amylpropiolique de M. Moureu, le représentant le plus fin et le plus puissant de la série des éthers d'acides acé tyléniques à odeur de violette.

Et cependant, il faut bien convenir que ces coups du sort, ces caprices de la fortune sont excessivement rares.

Aussi la seule méthode qu'il convient de suivre, dans le domaine de la pharmacologie synthétique, est-elle, d'une part, l'étude systématique des divers groupements qui interviennent pour conditionner l'action physiologique ; d'autre part, l'établissement des règles qui permettent de modifier ces divers groupements, soit pour améliorer les qualités de substances actives, soit pour en corriger les défauts ou en diminuer la toxicité.

Dr M. Tiffeneau,
Professeur agrégé à la Faculté
de Médecine de Paris.

BIBLIOGRAPHIE

ANALYSES ET INDEX

1° Sciences mathématiques

Juvet (G.), *Professeur à l'Université de Neuchâtel.* — **Introduction au Calcul tensoriel et au Calcul différentiel absolu.** *Préface de M. J.* Hadamard. — 1 *vol. in-8° de* 105 *p. avec fig.* (*Prix :* 12 *fr.*). *Librairie scientifique Albert Blanchard*, 3, *place de la Sorbonne, Paris*, 1922.

Les théories einsteiniennes sont inabordables pour beaucoup de personnes, même quand elles sont déjà initiées aux sciences mathématiques, et celles-là ont dû pour satisfaire leur légitime curiosité se borner seulement à l'étude de la relativité restreinte et s'en remettre pour ce qui est de la relativité généralisée à l'un quelconque des ouvrages de vulgarisation qui encombrent notre librairie.

C'est qu'en effet le calcul différentiel absolu et le calcul tensoriel sont deux algorithmes, jusqu'ici seulement connus de quelques-uns, qui forment la structure mathématique des travaux d'Einstein.

Précisément l'objet du présent ouvrage est d'exposer les méthodes se rattachant à ces deux algorithmes dus à Gauss, Ricci, Riemann, Lévi-Civita, Darboux, et dont Einstein a su tirer un merveilleux parti.

Ces méthodes, on le sait, permettent d'étudier intrinsèquement un être géométrique quelconque. Au surplus, c'est ce que faisaient déjà les Grecs quand ils considéraient une figure en soi. La Géométrie euclidienne a un autre objectif, car elle rattache l'objet de son étude à un système de références complètement étranger à cet objet.

Cependant ceux qui ont pratiqué cette géométrie et l'ont amenée au point de développement où nous la voyons aujourd'hui n'ont pas été sans remarquer l'importance de certaines expressions construites avec les références choisies, mais dont la valeur en restait indépendante.

L'étude de ces formes invariantes a permis de revenir au point de vue des Grecs sans pour cela que les coordonnées soient rejetées.

Il ne faut pas considérer cette transformation des méthodes géométriques comme une révolution, mais seulement comme un retour à de vieilles idées que l'on croyait mortes et qui ont repris vie nouvelle.

Les premiers éléments du Calcul tensoriel ont leurs fondements dans le Calcul vectoriel. L'auteur débute donc par rappeler les principes de celui-ci dans la mesure où ils reparaissent dans celui-là. Il a suivi, dans le chapitre I qu'il y consacre, M. Weyl dans son livre « *Temps, Espace, Matière* », en atténuant cependant le caractère abstrait que ce dernier lui a donné. Pour les développements des théories suivantes ; définitions des vecteurs et algèbre tensorielle, formes bilinéaires et quadratiques, analyse tensorielle, M. Juvet s'est inspiré des manuscrits originaux. Dans le chap. VI du livre, il fait connaître à propos du déplacement parallèle le mémoire de Lévi-Civita. Enfin il est alors en mesure (chap. VII) de clore son ouvrage par l'étude des champs de tenseurs dans un continuum riemanien.

Une bibliographie termine le volume.

La lecture de cet ouvrage bien écrit, et où un sujet aussi ardu est présenté dans des conditions aussi abordables que possible, sera extrêmement profitable à bien des mathématiciens et aux physiciens qui lui feront certainement le meilleur accueil.

On doit donc, comme le dit M. J. Hadamard dans la préface qu'il a écrite pour le volume, rendre grâce à M. Juvet d'avoir retracé pour nous l'aspect mathématique des nouvelles idées et ne pas douter que son ouvrage en facilite et en accélère non seulement la diffusion, mais le développement.

L. Potin.

Challéat (J.) et **Thomas** (A.). — **Mécanique des affûts.** Tome I. 2e *édition.* — 1 *vol. in-16 de* 360 *p. avec* 97 *fig. de l'*Encyclopédie scientifique (*Prix cart.* : 17 fr.). *Gaston Doin, éditeur*, 8, *place de l'Odéon, Paris*, 1922.

Le Général Challéat et le Commandant Thomas viennent de nous donner une 2e édition de la *Mécanique des affûts*. Rappelons aux lecteurs de la *Revue* que la première avait paru en 1908, c'est-à-dire avant la guerre et ne comportait qu'un volume.

La nouvelle édition fait maintenant l'objet de deux volumes ; c'est dire le développement donné à la plupart des sujets traités dans la première.

Une telle extension s'imposait en raison de la diversité et de la nouveauté des matériels qu'a vus naître la grande guerre. C'est ainsi qu'ont été créées l'artillerie de tranchée et l'artillerie lourde sur voie ferrée. Plus tard, sont apparus les matériels remorqués par tracteurs et, vers la fin de la guerre, l'artillerie sur chenilles.

La nécessité de lutter contre les avions a encore donné naissance à un matériel ayant pour but exclusif la lutte contre ce genre d'adversaires. Enfin, le fréquent usage des tirs de concentration a imposé l'emploi d'affûts à grand champ de tir.

Dans le volume qui vient de paraître, les auteurs ont principalement traité les questions générales afférentes aux affûts ; c'est ainsi que le chapitre premier est consacré au rappel des notions préliminaires de tous genres — mécaniques et physiques — mises en œuvre au cours de l'ouvrage. Sont également exposées d'une manière sommaire les conséquences du principe de similitude, avec l'extension qui leur a été donnée dans ces dernières années par le général Emery.

Le chapitre II est relatif à l'étude des affûts sans frein hydraulique.

Le chapitre III concerne l'étude des freins hydrauliques ; un paragraphe spécial est consacré à l'étude des affûts sur voie ferrée à freins hydrauliques avec et sans récupérateurs.

Enfin, dans le chapitre IV est étudiée la stabilité longitudinale et transversale des affûts au tir.

La clarté de l'exposition et l'étude des matériels les plus récents rendent la lecture de ce 1er volume indispensable à tous les officiers et ingénieurs désireux d'acquérir des notions précises sur la constitution et le fonctionnement des affûts, d'autant que l'ouvrage de MM. Challéat et Thomas est actuellement dans la littérature technique française le seul traité didactique consacré au sujet traité par eux.

XXX

2° Sciences physiques

Fabry (Charles), *Professeur à la Sorbonne.* — **Eléments d'Electricité.** — 1 *vol. petit in-8° de* VIII-198 *p. avec* 70 *fig., de la* Collection Armand Colin (Section de Physique) (*Prix* : 5 *fr.*). *Librairie Armand Colin Paris*, 1922.

Exposer les lois fondamentales de l'Electricité à des débutants est une tâche épineuse, car le lecteur sera rebuté par les développements de pure théorie et ne peut acquérir qu'une connaissance bien imparfaite de phénomènes, s'ils lui sont présentés comme un ensemble de faits isolés.

Comme tous ceux qui le connaissent pouvaient le prévoir, M. Fabry a su éviter ces deux sortes d'écueils avec une rare élégance. Rattachant les phénomènes fondamentaux aux notions de travail, de puissance et d'énergie, il a, dès les premières pages, illustré son texte d'allusions aux applications industrielles les plus courantes. L'exposition est ainsi plus vivante, mais surtout elle incite le lecteur à persévérer dans une étude dont il conçoit dès l'abord le vaste champ d'application.

Il faut savoir gré à M. Fabry d'avoir écrit ce petit ouvrage : il constitue une bonne introduction à des études plus complètes et, par son mode d'exposition très personnel, intéresse tous ceux qui touchent à l'enseignement de l'électricité.

A. Lange,

Chef de travaux à l'Ecole supérieure d'Electricité.

Fabre (L.). — **La séparation industrielle des solides en milieu liquide.** — 1 *vol. in-8° de* 227 *pages avec* 78 *figures* (*Prix* : 16 *fr.*). *Librairie Octave Doin, Paris*, 1922.

Le titre de cet ouvrage laisse supposer un développement de la question de la filtration beaucoup plus important qu'il ne l'est en réalité. Les principaux problèmes industriels de séparation de solides en milieux liquides sont exposés avec suffisamment de détails.

Il est regrettable que la description des procédés adoptés et des appareils utilisés pour résoudre ces problèmes soit aussi restreinte et surtout irrégulière, d'autant que les parties traitées le sont de façon très claire et contiennent de nombreux renseignements.

Certains chapitres sont excessivement intéressants, en particulier ceux décrivant les essais de filtration à la cellule expérimentale et concernant le débit des appareils de filtration.

Il y a là un exposé d'idées originales avec des aperçus nouveaux sur les problèmes qui se posent au sujet de la filtration. Cette partie de l'ouvrage est remarquablement traitée et avec une réelle maîtrise ; tous ceux qui ont à s'occuper de filtration y trouveront une technique d'essais, qui, par un emploi judicieux, leur éviteront bien des déboires lors de la mise en fonctionnement des appareils de filtration.

M. Desmarets.

3° Sciences naturelles

Sirks (Dr M. J.), *Privat-docent à l'Université et à l'Ecole supérieure vétérinaire d'Utrecht.* — **Handboek der algemeene Erfelijkheidsleer** (Manuel d'hérédité générale). — 1 *vol. in-8° de* 494 *p. avec* 5 *planches en couleur et* 127 *fig.* (*Prix* : 15 *florins*). *Martinus Nijhoff, éditeur, S'Gravenhage* (Hollande), 1922.

Le livre de M. Sirks, destiné au public de langue flamande, est un traité didactique de l'hérédité, comparable aux nombreux ouvrages anglais et américains parus dans ces dernières années sur le même sujet (il est à peine utile de remarquer qu'il n'en existe pas en français) : il étudie d'abord les résultats acquis par la méthode statistique (courbes de fréquence, Galton), puis les théories prémendéliennes (gemmules de Darwin, Weismann), et enfin les premiers essais expérimentaux, couronnés par les travaux de Mendel. Il passe en revue divers exemples classiques, en s'adressant à la fois aux végétaux et aux animaux, puis examine les cas particuliers, les facteurs léthals, le dédoublement des Œnothères, la réduplication de Bateson, l'hérédité limitée par le sexe, les hybrides constants, les mutations gemmaires, etc. Les faits sont bien présentés, mais il y a peut-être quelques remarques à faire sur l'ordre suivi dans leur exposition.

Qu'on le veuille ou non, toutes nos connaissances sur l'Hérédité sont dominées et reliées par la théorie qui localise dans les chromosomes les facteurs héréditaires, lesquels sont le siège des mutations ; si l'on démontrait que cette théorie est fausse, la majeure partie des expériences de génétique constitueraient un fatras inextricable et presque inutilisable. Elle a du reste pour corollaire la conception de la non-hérédité des caractères acquis. Il est possible que le livre de M. Sirks envisage principalement un but pratique, mais néanmoins il me paraît que la théorie chromosomienne, admirable instrument de travail, doit être exposée après les expériences préliminaires, au début d'un Traité de l'Hérédité, en indiquant ses preuves cytologiques, encore maigres du reste, et surtout ses points faibles ; en ne l'abordant qu'assez tard dans son livre, il se retire le bénéfice d'une excellente méthode de présentation. La mutation oscillante (panachure) et le curieux effet de la sélection vers le plus ou vers le moins, auraient mérité un chapitre spécial, il me semble, en raison de leur importance pratique, au lieu d'être complètement passés sous silence. — La longue liste bibliographique qui termine le volume sera très utile, même aux généticiens français, parce qu'elle renferme l'indication de nombreux travaux hollandais ou scandinaves que nous

ne connaissons que peu ou point ; si longue qu'elle soit, elle n'est pas complète, ce qui n'a rien de surprenant ; il y manque quelques œuvres notables : Babcock et Clausen, 1918, l'un des meilleurs livres sur la biométrie et la génétique, ainsi que la plupart des travaux sur l'hérédité des caractères acquis.

L. Cuénot,
Professeur à la Faculté des Sciences de Nancy.

Prenant (Marcel), *Docteur ès sciences, Agrégé préparateur à l'Ecole Normale supérieure.* — **Recherches sur le parenchyme des Plathelminthes.** Essai d'Histologie comparée. — 1 *vol. in-8° de 174 p. avec 11 figures dans le texte et 8 pl. dont 2 en couleurs, hors texte (Prix : 22 fr.). Fasc.* 5 *des* Archives de Morphologie générale et expérimentale. *G. Doin, éditeur, Paris*, 1922.

Ce Mémoire, que l'auteur présente, modestement, comme un « essai d'Histologie comparée », apporte d'importantes contributions à l'étude de questions fondamentales de la Biologie générale peut-être plus encore par la façon dont les problèmes y sont posés que par celle dont ils y sont résolus.

Si l'on ne craignait de la mettre sous une forme un peu trop paradoxale, on pourrait traduire l'intention de l'auteur, telle qu'il l'exprime dans son Introduction, en disant que : il a voulu faire surtout l'étude du « sang » d'animaux qui n'en ont pas. Chez les Plathelminthes en effet (à l'exception des Némertiens) : ni cœlome, ni vaisseaux, ni sang circulant [on pourrait même ajouter : ni lymphe, telle qu'on l'entend généralement [1]]; mais si l'on considère que, « transporteur des matériaux nutritifs, collecteur des déchets de l'organisme, le sang résume le chimisme du corps, on ne voit guère chez les Plathelminthes que le parenchyme qui puisse en être rapproché à ce point de vue » [p. 1].

Le sang d'une part, le parenchyme de l'autre, sont des tissus; ces recherches relèvent donc bien de l'Histologie comparée. Mais l'auteur nous avertit dès l'abord qu'il ne négligera point d'y introduire le point de vue de la Chimie, qne l'on sait être si fécond dans les études biologiques. Nous verrons même s'introduire (à propos de la lymphe) le point de vue physico-chimique, plus fécond encore et plus réaliste, moins abstrait.

Ce n'est pas à dire que l'Histologie descriptive y perde ; bien au contraire. L'étude des métabolismes ne se peut faire intelligemment et fructueusement qu'avec une connaissance approfondie des organes, des tissus et des cellules qui en sont le siège. Aussi toute une première et très considérable portion de l'ouvrage (les Première et Deuxième Parties de l'auteur) sont-elles consacrées à leur étude. Ici, les difficultés surgissaient à chaque pas et c'est avec la plus grande ingéniosité que M. Prenant a, comme il dit fort justement qu'il croit avoir fait, « à peu près épuisé les ressources actuelles de la technique classique ».

Ce serait en quelque sorte trahir M. Prenant que vouloir essayer de résumer en quelques lignes la moisson de faits, parmi lesquels de nombreux sont nouveaux, qu'une documentation bibliographique très abondante et une technique très savante lui permettent d'exposer. Il a su le faire avec une grande clarté; la chose n'était pas aisée. Il fallait procéder par une analyse rigoureuse et l'auteur n'y a pas manqué. On sent bien que si, « pour la plupart des auteurs, les limites des groupes sont des cloisons étanches », il n'en est pas de même pour lui ; d'autre part, il se défend avec quelque vivacité de vouloir résoudre ou seulement discuter aucune question d'homologie des divers types cellulaires. Toutefois, pour la nécessaire clarté de l'exposition, sa Première Partie (sur l'organisation générale, la structure) et sa Deuxième Partie (sur l'histophysiologie du parenchyme) sont-elles disposées d'une manière systématique : la Première, tant pour l'historique que pour les observations personnelles, suivant la classification zoologique, la Deuxième suivant la classification cytologique.

Un chapitre me paraît devoir retenir particulièrement l'attention, le chapitre III de la 2e Partie : Remarques sur la lymphe. Quoique l'auteur lui-même déclare que les résultats de son étude sont « médiocres et peu suggestifs », ses remarques n'en sont pas moins extrêmement intéressantes. Les résultats expérimentaux sont pour la plupart négatifs : absence de fibrinogène, absence d'hémoglobine ou de pigment respiratoire *coloré* [1] chez les Turbellariés, prédominance des graisses non saturées dans les matériaux nutritifs, etc. Quoi qu'il en soit, on ne peut dénier à la lymphe tout rôle de transport. S'il est indubitable qu'il s'établit des échanges de cellule à cellule, il l'est encore plus qu'il s'en établit et de plus importants entre les cellules et la lymphe. C'est par celle-ci que se fait cet état d'équilibre instable, à chaque instant rompu et à chaque instant rétabli, qu'est la vie. M. Prenant considère successivement les points de vue de l'Histologie générale, de la Physique, de la Physiologie ; mais ces points de vue doivent se confondre, ils se confondent de la manière suivante : [p. 112] « il est impossible qu'il ne s'établisse pas un équilibre entre les cellules et le liquide interstitiel ». On « doit nécessairement concevoir un milieu moins variable que [le contenu intestinal], plus spécifique et plus individuel, où baignent les cellules. — Alors même que nous n'aurions pu y saisir ni pigments dissous, ni graisses, ni glycogène, ni granulations érythrophiles, il nous faudrait admettre ce liquide intercellulaire, lui attribuer le transport des matériaux élaborés, et lui donner le nom de lymphe... » C'est par son rôle dans l'équilibre vital que la lymphe atteint son importance considérable.

Enfin, dans sa Troisième Partie, Marcel Prenant apporte une « Contribution à l'histologie comparée du sang et du tissu conjonctif » ; mieux que cela : une

1. V. *op. cit.*, p. 97-112, surtout p. 112.

1. « ... Un corps respiratoire peut être incolore. Aussi n'y a-t-il pas de méthode qui nous permette de nier l'existence d'un tel corps, alors même que la sensibilité en serait trop grande. » (*Op. cit*, p. 100.) Il n'est pas superflu de le rappeler (cf. *C. R. Ac. Sci.*, t. CLXXV, n° 11, p. 455), où il est question « d'Invertébrés *dépourvus* de pigment respiratoire ».

véritable amorce d'introduction à un vaste chapitre d'Histologie générale[1].

Je n'insisterai pas sur les conclusions de faits, lesquelles supposent connu dans le détail tout ce qui précède. Je n'insisterai pas même sur ce résultat, cependant fort remarquable, que, après avoir établi, du Plathelminthe au Vertébré, l'homologie du mésenchyme, de l'hémoblaste et du lymphocyte, M. Prenant déclare que : « on ne peut poursuivre les analogies qu'en substituant, dans l'hypothèse de travail qui nous a guidés, à l'entité cellule l'entité fonction, et en les séparant nettement l'une de l'autre. »

Enumérer les fonctions ainsi retrouvées est superflu ; il suffit de constater que leur étude apporte une importante contribution à l'avancement de la Physiologie comparative.

La conclusion profonde de ce travail et qui possède la portée la plus générale me paraît être que « même avec cette correction, les comparaisons ne peuvent se suivre jusqu'au bout ». L'entité fonction, tout de même que l'entité cellule, n'est qu'un concept; ces deux concepts sont d'autant plus abstraits qu'ils sont plus séparés; ils ne sauraient nous permettre l'appréhension totale des phénomènes. « Les conditions d'existence posées par la vie sont étroites, en ce sens qu'une infinité de systèmes sont exclus comme incompatibles avec elles ; mais elles sont larges, en ce sens qu'une infinité d'autres systèmes sont possibles. »

Il ne saurait en être autrement, car « si loin que nous poussions l'investigation, nous nous trouvons toujours en présence de systèmes hétérogènes[2] ». Cette seule considération suffit à expliquer et nécessite la précédente.

JEAN DELPHY.

4° Sciences diverses

Goblot (Ed.), *Correspondant de l'Institut, Professeur à l'Université de Lyon.* — **Le Système des Sciences ; le vrai, l'intelligible, et le réel.** — *Un vol. in-12 de 259 pages (Prix : 7 francs). Librairie Armand Colin, Paris, 1922.*

Cet ouvrage est le résumé de vingt leçons que l'auteur a été invité à faire en 1921 à l'Université de Barcelone. Ceux qui connaissent déjà son *Essai sur la classification des Sciences*, et son remarquable *Traité de Logique* auront plaisir à retrouver ici, sous une forme plus rapide, et destinée à un public plus large, les idées à la fois solides et originales que contenaient ses précédentes publications. Ceux qui ne les connaissent pas encore y trouveront la meilleure des introductions à une philosophie des sciences qui ne manquera pas de les intéresser et qu'ils aimeront sans doute à poursuivre ensuite dans ses développements plus techniques et plus complets. Le livre tout entier se lit aisément ; il est net et lucide ; il présente cette simplicité qu'on ne peut atteindre qu'après avoir profondément mûri ses idées. Il est aussi très vivant, plein d'allusions aux événements contemporains et aux questions actuellement débattues.

M. Goblot y met d'abord en lumière le fonds commun des mathématiques et des sciences de la nature, en faisant voir tout ce que les premières doivent à l'expérience, tout ce que les secondes doivent à l'activité propre de l'esprit. Il expose rapidement sa théorie si forte du raisonnement déductif : créateur, grâce à son caractère constructif, et pour ainsi dire à la libre manipulation des termes sur lesquels il opère ; — rigoureux, grâce aux règles logiques qui déterminent quelles opérations sont légitimes, et qui permettent de les vérifier. L'étude de la physiologie est l'occasion d'une analyse personnelle et pénétrante des idées de fonction et de finalité, nettement distinguées de la vieille théorie des causes finales, et ramenées à une interprétation positive. Dans le même groupe viennent se ranger, — selon M. Goblot, — la psychologie, la sociologie, les sciences dites « normatives » : il décompose ces dernières en une part proprement scientifique, qu'absorbe la sociologie, et une part de croyance, qui dépasse le domaine de la science. La métaphysique, elle aussi, subit une dissociation du même genre ; la métaphysique de l'être, l'ontologie, est écartée par une analyse critique de son objet même : les problèmes qu'elle agite ne sont pas, comme on dit généralement, des problèmes insolubles ; ils sont dépourvus de sens. « L'illusion n'est pas de croire les résoudre ; elle est de croire qu'on les a posés. » — La métaphysique, entendue comme une recherche et une discussion des principes de la pensée, est au contraire une étude scientifique et positive, qui peut être conduite avec méthode et qui aboutit à des résultats instructifs. Elle justifie la foi dans la raison, non sous la forme arrêtée et complexe que lui prêtaient les rationalistes anciens, mais dans une raison plus large, qui se caractérise surtout par la ferme volonté d'examiner ses propres jugements d'une manière objective et critique, de débarrasser l'intelligence de tout intérêt affectif, de toute aspiration secrète à tel ou tel résultat, et par là d'atteindre une pensée universellement valable. Ainsi se complète et se caractérise le *système* que forment les sciences, s'organisant en un tout bien lié, dont l'unité ne consiste pas dans la subordination à l'une d'entre elles, mais dans l'esprit commun qui les fait tendre à la représentation objective d'un univers. La philosophie ne peut et ne doit être que l'intelligence de cette synthèse, — avec l'efficacité morale que comporte l'habitude de vues larges et saines sur les œuvres de l'esprit.

ANDRÉ LALANDE,
Professeur à la Sorbonne.

1. V. A. PRENANT : *Revue génér. des Sci.*, XXXII, n°s 17 à 23, notamment n° 19.
2. A. PRENANT : *loc. cit.*, n° 23, p. 715.

ACADÉMIES ET SOCIÉTÉS SAVANTES
DE LA FRANCE ET DE L'ÉTRANGER

ACADÉMIE DES SCIENCES DE PARIS

Séance du 25 Septembre 1922

M. le Secrétaire perpétuel annonce à l'Académie le décès de M. J. A. **Battandier**, Correspondant pour la Section de Botanique.

1° Sciences mathématiques. — M. **P. Urysohn** : *Sur la ramification des lignes cantoriennes.* — M. **Seigle** : *Caractéristiques principales des barres d'acier doux préalablement rompues par traction.* La charge totale de rupture reste la même quand les morceaux d'un barreau d'essai préalablement rompu sont soumis à de nouvelles ruptures par traction, si nombreuses soient-elles, et jusqu'à cette charge totale on n'a plus alors, par traction, que des déformations élastiques. La surface de la section de striction reste la même lors de ruptures successives par traction.

2° Sciences physiques. — M. **L. Eblé** : *Mesures magnétiques dans le Bassin de Paris.* L'auteur a effectué en 1922 de nouvelles mesures magnétiques dans les 41 anciennes stations de Moureaux et dans 4 nouvelles, en vue de l'établissement d'un nouveau réseau magnétique de la France. — M. **P. Chevenard** : *Alliages de nickel conservant leur rigidité daus un domaine étendu de température.* Une addition de 15 °/₀ de Cr au Ni relève d'environ 150° le domaine de rigidité de ce métal sous la charge de 10 kg. : mm². Une proportion de 22,6 °/₀ ne produit pas un effet beaucoup plus important. — M. **L. J. Simon** : *Oxydation directe par l'oxygène ou par l'air des éthers d'acides-alcools.* L'auteur a observé l'oxydation directe par l'air ou par l'oxygène, lentement à froid, plus rapidement à chaud, de dérivés lactiques : lactates de méthyle, d'éthyle, de butyle et d'amyle. Il se forme des pyruvates, puis des lactyllactates. Le glycolate d'éthyle s'oxyde également à l'air.

3° Sciences naturelles. — M. **E. Fournier** : *Sur la nature et la structure du substratum de la chaîne du Jura.* Dans la zone des Avant-Monts, le Trias inférieur n'est pas en discordance sur des formations hercyniennes ; il repose sur du Permien normal et non métamorphique. L'épaisseur du Permien n'est pas exagérée (341 m.). Il n'existe pas, à la base du Permien, de formations pseudo-euritiques, comme à la Serre. — M. **M. Mirande** : *Influence de la lumière sur la formation de l'anthocyanine dans les écailles des bulbes de Lis.* Les seules radiations actives sur le rougissement sont celles de la partie lumineuse du spectre, et parmi celles-ci ce sont les radiations bleues et indigo qui produisent le meilleur rougissement, tandis que les vertes sont sans effet, et les rouges ont une action faible. — M. **L. Berger** : *Sur l'existence d'une glande ovarienne, homologue de la glande interstitielle testiculaire.* Les organes paraganglionnaires du hile de l'ovaire sont les homologues des amas cellulaires localisés dans les nerfs sympathiques du hile testiculaire et de l'albuginée ou à leur voisinage, donc de la glande interstitielle du testicule. Celle-ci serait peut-être aussi un paraganglion. — M. **L. Carrère** : *Le dilatateur de la pupille chez les Sélaciens.* La topographie de ce muscle est en relation étroite avec celle du sphincter chez ces mêmes animaux. Il y a une proportionnalité manifeste entre la présence de l'un et l'importance de l'autre. — M. **P. Wintrebert** : *Le ptérygoïde cartilagineux des Urodèles.* Forcé dès la période larvaire, par la présence du fascia prétemporal, à se dévier en dehors, le ptérygoïde cartilagineux des Urodèles, inclus dans la paroi interne de la loge temporale, peut, au moment de la métamorphose et chez l'adulte parfait, suivre deux voies : la voie juxtamaxillaire (*Pranodon*, *Amblystoma punctatum*), ou la voie circumtemporale (*Salamandra maculosa*).

Séance du 2 Octobre 1922

M. **H. Lecomte** donne lecture d'une notice nécrologique relative à M. J. A. Battandier, Correspondant pour la Section de Botanique.

1° Sciences mathématiques. — M. **Paul Montel** : *Sur les familles quasi-normales de fonctions méromorphes.*

2° Sciences physiques. — M. **H. Deslandres** : *Emission des rayons X, ultra-X et corpusculaires par les corps célestes.* D'après les observations de l'auteur, la matière solaire émettrait des rayons X, ultra-X et corpusculaires avec une intensité croissant de la surface au centre. Il en serait de même dans les nébuleuses gazeuses et planétaires. L'étude de l'ionisation des gaz en vase clos dans l'atmosphère aux plus hautes altitudes permettrait d'obtenir des renseignements précieux sur ces radiations. — M. **E. Perucca** : *Les propriétés superficielles du mercure : caractère voltaïque, tension superficielle, effet photo-électrique.* D'après les recherches de l'auteur, la surface fraîche du mercure change avec le temps, pour atteindre un arrangement (atomique ou moléculaire) ayant la plus grande stabilité, c'est-à-dire soit le plus petit potentiel intrinsèque, donc la plus grande électropositivité, soit la plus petite énergie potentielle de la couche double superficielle, donc la plus petite tension superficielle. — M. **J. Durand** : *Contribution à l'étude des modifications thermiques de quelques fontes de moulage.* Le gonflement de la fonte à la suite des traitements thermiques ne prend une importance sensible que si la teneur en Si est suffisante et le chauffage lent ; il est possible de réduire son effet en limitant la teneur en Si et en effectuant un chauffage rapide. — MM. **L. J. Simon** et **A. J. A. Guillaumin** : *Détermination quantitative du carbone et de l'hydrogène par l'emploi du mélange sulfochromique.* L'oxydation sulfochromique permet par la mesure du CO^2 formé de déterminer la quantité de C renfermé dans certaines substances organiques. En employant un excès pesé d'oxydant et dosant titrimétriquement le résidu de cet oxydant après combustion, on peut déterminer en même temps la quantité d'H contenu dans la combinaison.

3° Sciences naturelles. — MM. **A. Brives** et **M. Dalloni** : *Le tremblement de terre du 25 août 1922 et la structure géologique de la région de Ténès-Cavaignac (Algérie).* Les destructions dues à ce séisme se sont produites presque toutes sur les dislocations qui accidentent le bord du bassin miocène de cette région. — **M. R. Souèges** : *Recherches embryogéniques sur l'*Hippuris vulgaris *L.* Les lois de l'embryogénèse chez cette plante la rapprochent de la *Veronica arvensis* et de la famille des Scrofulariacées. — M. **M. Bridel** et Mlle **M. Braecke** : *Sur la présence d'aucubine et de saccharose dans les graines de* Rhinanthus Crista-Galli *L.* Les graines de cette plante renferment de l'aucubine et du saccharose que les auteurs ont obtenu à l'état cristallisé. — MM. **A. Goris** et **P. Costy** : *Urée et uréase chez les Champignons.* L'uréase existe chez presque tous les Champignons supérieurs; lorsque ce ferment fait défaut, ou ne se trouve qu'en proportion très faible, l'urée existe en proportion variable dans le thallophyte, suivant le stade végétatif. — MM. **E. F. Terroine, R. Wurmser** et **J. Montané** : *Influence de la constitution des milieux nutritifs sur la composition de l'*Aspergillus niger. L'absence de réserve azotée en présence de hautes concentrations d'ammoniaque, l'accumulation de substances ternaires en présence de hautes concentrations d'hydrocarbonés, enfin la consommation de protéiques à l'inanition, sont autant de faits qui rapprochent la physiologie de l'*Aspergillus* de celle des animaux supérieurs. — MM. **G. Truffaut** et **N. Bezssonoff** : *Un nouveau bacille fixateur d'azote.* Les auteurs ont trouvé dans la terre des jardins de Versailles un petit bacille, prenant la coloration de Gram, et se rattachant morphologiquement au groupe du *Proteus* (*Bacillus vulgaris*); isolé en culture pure, il se montre aérobie et fixateur énergique de l'azote atmosphérique. — MM. **J. Cluzet, A. Rochaix** et **Th. Kofman** : *Action sur les microbes du rayonnement secondaire des rayons X.* Les radiateurs métalliques massifs à poids atomique faible exercent une action inhibitrice sur les cultures à l'état de vie ralentie quand ils sont excités par des rayons X peu pénétrants. — M. **A. Brachet** : *Sur les propriétés des localisations germinales de l'œuf.* Les substances organogènes, constitutives des localisations germinales, ont une faculté d'assimilation limitée et par conséquent un pouvoir de croissance limité aussi; les cellules qui se les partagent ne peuvent donc pas proliférer indéfiniment avant de subir les différenciations fonctionnelles qui les stabilisent. Dans ces conditions, une réduction quantitative de ces substances initiales doit entraîner dans le volume des organes formés à leurs dépens une réduction du même ordre, et qui est indélébile, même si les conditions de nutrition restent favorables. — M. **A. Policard** : *Sur le mécanisme de fonctionnement des cellules adipeuses.* L'auteur a observé à un moment donné de l'évolution de la cellule adipeuse une interversion de structure, caractérisée par le fusionnement des fines gouttelettes de graisse en une seule grosse vacuole. Ce changement dans l'équilibre colloïdal de la cellule doit jouer un rôle essentiel dans son comportement physiologique. — MM. **A. Desgrez, H. Bierry** et **F. Rathery** : *Diabète, acide β-oxybutyrique et lévulose.* Les divers sucres ne sont pas indifféremment interchangeables dans la ration. L'ingestion de lévulose permet de remédier à certains accidents du métabolisme; son emploi chez le diabétique, en général, fournit un moyen de prévenir et de combattre l'élimination de l'acide β-oxybutyrique.

ACADÉMIE D'AGRICULTURE

Séances de Juin (suite) et Juillet 1922

M. **Alfred Massé** appelle l'attention sur l'*Assainissement des marais Pontins*, œuvre de grande envergure affrontée par une organisation particulière utilisant un groupe nombreux de techniciens divers sous un contrôle unique. Cette œuvre comprend la lutte contre la malaria, la disparition des marécages, la restauration d'anciens canaux vieux de 25 siècles, la construction d'un réservoir de 20 millions de mètres cubes qui pourra fournir une force hydroélectrique de 1.000 HP., utilisables aussi pour l'irrigation en saison sèche. La surface sur laquelle porte les efforts a une étendue de 70.000 ha. — M. **Berge**, donnant les *résultats du concours beurrier d'Yvetot* (1922), apporte des chiffres d'un certain intérêt documentaire sur les aptitudes physiologiques laitières et beurrières de 54 animaux présentés au concours. Le maximum de production laitière a été fourni par une vache qui a donné 59 kg. 900 de lait en 2 jours. Le kg. de beurre a pu être produit par 17 k. 673 de lait. L'expérience a montré que chez les divers animaux on pouvait noter une richesse en matière grasse du lait qui a varié de 15 à 104 gr. par litre. Une vache de 12 ans classée la première a donné 4.794 litres de lait en 10 mois de lactation contrôlée et 236 kg. 607 de beurre. Une autre vache de 7 ans a donné 5.000 litres de lait et 175 kg. de beurre en 10 mois. Les résultats du concours annuel ont confirmé les indications obtenues par le contrôle laitier individuel qui devrait être organisé partout. On a constaté en outre que les vaches primées pour leurs facultés laitières étaient en outre les premières du classement visant la conformation. C'est là une conclusion intéressante au point de vue zootechnique. Ce concours a en outre mis en évidence l'influence prépondérante du taureau de haute origine laitière : les quatre premières vaches classées du concours régional beurrier étaient issues du même taureau, dont la grand'mère maternelle fournissait 6.243 kg. de lait en 10 mois et la grand'mère de filiation paternelle 4.500 kg. de lait et 251 kg. de beurre en 10 mois. Il faut retenir cette importance de l'hérédité paternelle dans les sélections qui visent les facultés laitières. — M **Zacharewicz** donne la technique pour la *lutte contre la chenille du Liparis dispar* qui attaque les abricotiers. — M. **Demolon** a étudié l'*alcalinité des scories de déphosphoration.* Dans de nombreuses analyses il a étudié la solubilité de la chaux des scories Thomas. L'une de ses conclusions indique que dans les scories il existe des silicates complexes susceptibles de libérer de la chaux assez lentement sous l'action de l'eau pure ou en présence de CO^2 et de sels ammoniacaux dissous. Il y a dans les scories 1 à 3 °/₀ de chaux en moyenne, 3 à 15 °/₀ de magné-

sie, 4 à 5 % de manganèse facilement soluble dans l'acide citrique. Un apport de 500 kg. de scories renferme donc 25 kg. environ de manganèse total. — **M. Miège** a signalé les *blés tendres et les blés durs marocains* qui se sont montrés les meilleurs dans les essais poursuivis au Maroc en 1921. Il est rare qu'on puisse obtenir les plus importantes qualités sur la même variété. Ce ne sont pas les variétés étrangères qui donnent les meilleurs résultats. Les variétés sélectionnées à Tunis ou en Algérie ont montré les meilleures aptitudes dans les cultures de 1921 à Rabat. — Une communication de M. **J. Feytaud** *sur le Doryphore de la pomme de terre en Gironde* reflète les préoccupations actuelles que donne cet insecte d'origine américaine. Il a été déjà craint comme la peste dans les cultures allemandes vers 1878, et en 1914. En juin dernier M. Feytaud estimait à 250 km² les surfaces infectées dans le Bordelais. Cet insecte s'attaque aux diverses Solanées (Tomate, Aubergine, Pomme de terre...). La lutte est engagée à l'aide de pulvérisations de bouillies bordelaises additionnées d'arséniate de plomb, ou de soude mélassique à 2 p. 1.000 d'arséniate de soude anhydre. Les poudres préparées par le commerce sont employées à la dose de 1 kg.500 par hl. d'eau — M. **Jacques de Vilmorin** donne une relation d'un voyage forestier qu'il vient de faire, qui lui fournit la substance d'une *note sur les forêts d'Ecosse*. Certain domaine particulier s'étend sur 120.000 ha. Ce sont les résineux qui déjà à cette latitude donnent les meilleurs rendements. Ce sont surtout les mélèzes (*Larix europeæa* et *leptolepis*) et un hybride dit *L. eurolepsis* dont la croissance est rapide. A 12 ans les arbres ont 8 à 10 m. de hauteur. Ils résistent à 43° depuis leur introduction aux Etats-Unis. *Picea sitchensis*, *Pinus Laricio*, *Epicea excelsa* et en certains points *Thuya plicata* sont assez employés pour les reboisements. On peut aussi citer *Abies nobilis* et *Tsuga albertiana*. Les principaux ennemis de la forêt en Ecosse sont le lapin et la fougère. — M. **Truelle** adresse un résumé de son mémoire sur l'*appellation d'origine « Calvados »*. On sait que le Syndicat général des cidres et fruits à cidre n'a pas adopté les vues visant à la limitation et à la protection de cette désignation de « Calvados » donnée aux eaux-de-vie de cidre de ce département. M. Truelle répond aux objections et souhaite l'adoption de son point de vue restrictif qui limiterait le mot à son sens régional départemental. — M. **H. Velu** a étudié *les grands facteurs de la production du bétail au Maroc*. Sa conclusion c'est qu'il faut organiser la lutte contre le milieu inclément et contre les parasites dont celui-ci favorise la pullulation. La nécessité des clôtures, la rotation des pâturages, les bains parasiticides sont recommandables et s'imposent. — M. **Paillot** communique le résultat de ses expériences sur la *lutte contre la Cheimatobie* à l'aide des ceintures gluantes. — M. **Pierre Berthault** revendique pour les agronomes français la priorité des *premières recherches sur les semis parallèles d'engrais et de semences*. Alors que c'est en 1903 que les Russes se sont attaqués à la question, nous avons entendu nous-même dès 1893 M. Schlœsing père enseigner au Conservatoire des Arts et Métiers de Paris le résultat de ses premières expériences. Dans un *Précis de Chimie agricole* (1re édition) publié en 1895 à Paris, nous avons personnellement mentionné les travaux de Schlœsing et de Prunet. D'autre part, c'est en 1884 que Berthault père fit ses premières expériences. L'indication de M. Pierre Berthault est donc très exacte, et nous l'appuyons avec certitude. Il ajoute qu'il est recommandable de joindre au semis mixte un binage à la houe mécanique dans les interlignes. D'autre part, les premiers expérimentateurs Berthault et Brétignière ont écrit en 1903 que des insuccès ont été constatés dans les terres riches. L'auteur montre par des exemples la complexité de la question qui appelle encore de nouvelles études et dont les résultats ne peuvent être généralisés sans discernement.

ED. GAIN.

ACADÉMIE ROYALE DE BELGIQUE

CLASSE DES SCIENCES

Séance du 2 Mai 1922

1° SCIENCES MATHÉMATIQUES. — M. **Cl. Servais** : *Sur la géométrie du tétraèdre*. V. — M. **L. Godeaux** : *Sur les correspondances rationnelles entre deux surfaces de genre 1*.

2° SCIENCES PHYSIQUES. — M. **Th. de Donder** : *L'affinité. Application aux gaz parfaits*. L'auteur définit d'abord l'affinité au moyen de la chaleur non compensée. Il calcule ensuite l'affinité dépensée par un système de Gibbs pendant une transformation irréversible donnée. Il applique la formule ainsi obtenue à un mélange de gaz parfaits, effectuant une transformation chimique irréversible. Il remplace ensuite le degré d'avancement de la réaction par le degré de dissociation; grâce à ce changement de variable, l'expression de l'affinité prend une forme susceptible d'interprétations chimiques intéressantes. En particulier, si le système est en équilibre, on obtient, avec une complète généralité, l'influence du volume sur la répartition des masses, ainsi que l'influence des répartitions des masses initiales non en équilibre sur la répartition des masses en équilibre. — M. **Th. de Donder** : *Sur le théorème de Nernst*. L'auteur donne une démonstration du théorème de Nernst qui utilise l'affinité spécifique et la théorie des vapeurs saturées, et qui ne lui paraît soulever aucune objection de principe.

3° SCIENCES NATURELLES. — MM. **G. Fournier** et **P. Pruvost** : *Découverte d'un Poisson nouveau dans le marbre noir de Denée*. Les auteurs ont étudié des fossiles aplatis, recouverts de vase sapropélienne durcie, recueillis à la base des calcaires du niveau VI *a* de la carte géologique belge (calcaire carbonifère). Ce sont des débris de la même espèce d'animal, qui constitue un Poisson nouveau, du groupe des Sélaciens, où il se range au voisinage des Hybodontidés, dont il diffère par l'absence d'épines aux nageoires et par la disposition du suspensorium, qui est entièrement comparable à celle connue chez les *Pleuracanthus*. — M. **D. Tits** : *Les excitants de la germination d'un champignon*. L'auteur a essayé de définir quels sont les excitants capables de tirer de leur torpeur les spores d'un champignon, le

Phycomyces nitens. L'optimum de température pour la culture de ces spores est de 22°,1. Les sucres, seuls ou additionnés de matières azotées ou d'acides aminés, sont incapables de provoquer la germination. Celle-ci ne s'est produite que dans l'eau peptonée, avec des proportions de 0,7 à 30 °/₀ de peptone.

Séance du 3 Juin 1922

1° Sciences mathématiques. — M. **Th. de Donder** : *Champ électromagnétique pur et champ gravifique.* — M. M. **Nuyens** : *Sur un changement de variables de M. de Donder.*

(*A suivre.*)

SOCIÉTÉ ROYALE DE LONDRES

Séance du 11 Mai 1922

Sciences physiques. — M. **C. Chree** : *La période de 27 jours dans le magnétisme terrestre.* En magnétisme terrestre, les perturbations, de même que les périodes de calme, ont une tendance à se suivre à des intervalles ne différant pas beaucoup de 27 jours. Ce phénomène est le plus accusé dans les années de minima des taches solaires. — Lord **Rayleigh** : *Spectre photographique de l'aurore boréale du 13-15 mai 1921.* La photographie de ce spectre présente en détail les bandes négatives de l'azote, et la ligne verte de l'aurore subordonnée à ces dernières. Il a été impossible à l'auteur de reproduire exactement ce spectre par des expériences de laboratoire, comportant l'excitation de l'azote par des rayons atomiques ou cathodiques. *Etude de la présence ou de l'absence des bandes de l'azote dans le spectre de l'aurore boréale.* La plupart des spectres de l'aurore boréale pris aux Shetlands montrent les bandes de l'azote, qui font défaut, par contre, dans les spectres photographiés à Terling, près Londres, même avec un temps de pose supérieur. — MM. **J. C. Mc Lennan** et **D. S. Ainslie** : *Sur la structure de la ligne $\lambda = 6708$ des isotopes du lithium.* Cette ligne consiste en deux doublets, dont le déplacement moyen est 3 à 4 fois celui qu'exige la théorie de Bohr pour des isotopes du Li ayant des poids atomiques de 6 et de 7. — M. **M. Barker** : *Sur l'emploi de très petits tubes de Pitot pour mesurer la vitesse du vent.* Pour des tubes de Pitot très petits, la loi $p = \rho v^2/2$ cesse d'être valable avec des valeurs de rv/ν inférieures à 30. — M. **E. T. Paris** : *Microphones à fil chaud à double résonance.* L'auteur étudie l'application du double résonateur de Boys et de celui d'Helmholtz aux microphones à fil chaud pour en accroître la sensibilité.

Séance du 18 Mai 1922

Sciences naturelles. — MM. **T. B. Wood** et **J. W. Capstick** : *Les progrès du métabolisme après la nutrition chez le porc.* L'excès du métabolisme de repos sur le métabolisme basal après le repas chez le porc est indépendant de la température, du poids et de l'âge de l'animal. Il diminue avec le temps suivant une loi analogue à la loi d'action de masse de Guldberg et Waage. — MM. **J. A. Gardner** et **F. W. Fox** : *Origine et destinée du cholestérol dans l'organisme animal.* XIII : *Autolyse du foie et de la rate.* Les expériences d'autolyse de ces organes n'apportent aucune preuve de leur relation avec la synthèse ou la destruction du cholestérol dans l'organisme animal. — M. **G. E. Briggs** : *Recherches expérimentales sur l'assimilation et la respiration végétales.* XV. *Le développement de l'activité photosynthétique pendant la germination de divers types de graines.* Il y a deux types de graines, avec ou sans intervalle entre la germination et le développement de l'activité photo-synthétique. Chez les premières, la plantule possède un organe photosynthétique spécialisé séparé de l'organe de réserve, tandis que chez les secondes un même organe sert aux deux buts. XVI. *Caractéristiques de l'activité photosynthétique inférieure à la normale résultant du défaut de sels nutritifs.* — M. **C. G. Lamb** : *La géométrie de l'accouplement des Insectes.* L'auteur explique les cas d'hypopygium asymétrique observés chez certaines familles de Diptères comme résultant de l'adoption de la position verticale usuelle d'accouplement postérieurement à une position linéaire primitive.

Séance du 25 Mai 1922

1° Sciences mathématiques. — M. **S. F. Grace** : *Le mouvement libre d'une sphère dans un liquide en rotation parallèlement à l'axe de rotation.* — M. **C. H. Lees** : *Les tensions thermiques dans les cylindres circulaires pleins et creux chauffés concentriquement.*

2° Sciences physiques. — M. **E. Wilson** : *Influence de la compression sur la susceptibilité des corps faiblement magnétiques.* Dans la direction de la compression, il y a une diminution de la susceptibilité, qui peut s'élever jusqu'à 50 °/₀ pour la magnétite aux environs de la susceptibilité maximum. A angle droit, il y a une légère augmentation de la susceptibilité. — M. **B. Schonland** : *Sur la diffusion des particules β.* La diffusion des particules β est un phénomène de diffusion simple, dû aux collisions avec les noyaux des atomes rencontrés. Elle obéit en général aux relations de Rutherford, avec une correction pour tenir compte de l'augmentation de la masse avec la vitesse. — M. **N. K. Adam** : *Les propriétés et la structure moléculaire des pellicules minces.* II. *Pellicules condensées.* III. *Pellicules étendues.* Au-dessous d'une certaine température, les molécules des acides gras, saturés ou non, à longue chaîne linéaire, et de leurs dérivés paraissent être très rapprochées ou *condensées.* Au-dessus de cette température, elles occupent de plus grandes surfaces et forment des pellicules *étendues.* Dans l'intervalle de température (environ 25°) entre ces deux états parfaits, les courbes pression-surface ressemblent aux isothermes d'une vapeur près de la température critique. Probablement les pellicules étendues ressemblent à une vapeur à deux dimensions.

Sté Gle d'Imp. et d'Ed., rue de la Bertauche, 1, Sens.

Le Gérant : Gaston Doin.

33e ANNÉE N° 21 15 NOVEMBRE 1922

Revue générale des Sciences pures et appliquées

FONDATEUR : LOUIS OLIVIER

DIRECTEUR : J.-P. LANGLOIS, Professeur au Conservatoire national des Arts-et-Métiers, Membre de l'Académie de Médecine

Adresser tout ce qui concerne la rédaction à M. J.-P. LANGLOIS, 8, place de l'Odéon, Paris. — La reproduction et la traduction des œuvres et des travaux publiés dans la *Revue* sont complètement interdites en France et en pays étrangers y compris la Suède, la Norvège et la Hollande

CHRONIQUE ET CORRESPONDANCE

§ 1. — Physique

L'effet de la température sur l'attraction due à la gravitation. — En 1916, M. P. E. Shaw avait communiqué à la Société Royale de Londres des expériences faites à l'aide d'une balance de torsion du type Boys-Cavendish, d'où il semblait résulter que la constante newtonienne de la gravitation augmente légèrement lorsque les corps qui s'attirent sont chauffés. Etant donnée l'importance que prendrait un tel résultat pour les nouvelles théories de la gravitation, M. Shaw a jugé utile de renouveler ses expériences en les poussant au plus haut degré de précision[1].

Avec le concours de M. N. Davy, il a opéré sur la même balance de torsion très délicate qu'il avait précédemment utilisée, mais en perfectionnant entre autres les méthodes de suspension tant des grosses sphères attirantes que du tube à vide contenant les petites sphères d'argent attirées. L'effet de la température devait se manifester par les différences de déviation de la balance obtenues lorsque les grosses sphères, employées d'abord froides, puis chaudes, et de nouveau froides, se déplacent d'une position A à une position B. La différence moyenne dans les écarts a été de — 0,08 mm. ; comme elle ne dépasse pas les limites des erreurs expérimentales, il en résulte que, si G varie suivant une loi $G = G_0 (1 + \alpha t)$, α est en tout cas inférieur à $1,6 \times 10^{-6}$. En somme, dans l'intervalle de température considéré, de 0° à 250° C., G est resté constant.

Ce résultat est donc en opposition avec les premières expériences; les auteurs attribuent le fait à l'introduction d'erreurs systématiques dans le travail original, erreurs qu'ils ont éliminées dans la suite.

1. *Proc. of the Royal Soc.*, sér. A, t. CII, n° 714, p. 46 ; 2 oct. 1922.

Une manifestation contre la théorie de la relativité à l'occasion du centième anniversaire de la Société des Naturalistes et Médecins allemands. — La Société des Naturalistes et Médecins allemands a célébré à Leipzig, du 17 au 23 septembre dernier, le centième anniversaire de sa fondation. La première séance solennelle a été consacrée aux discours de salutation et à des conférences sur la théorie de la relativité. A la place du Prof. A. Einstein qui n'a pas voulu faire une conférence à Leipzig, c'est le Prof. M. von Laue (Berlin) qui a parlé sur la théorie de la relativité en Physique, puis le Prof. M. Schlick (Kiel) qui a abordé la théorie de la relativité dans la philosophie. Mais, en même temps, quelques membres de la Société distribuaient un pamphlet contre cette théorie, que nous reproduisons ici à titre de document :

« L'administration de la Société des Naturalistes et Médecins allemands s'est crue obligée, à l'occasion de son centième anniversaire, à Leipzig, de mettre sur le programme d'une grande séance solennelle des conférences sur la théorie de la relativité, ce qui a nécessairement produit l'impression que la théorie de la relativité représente le comble des recherches de la science moderne.

« *Au contraire, les soussignés, physiciens, mathématiciens et philosophes, protestent catégoriquement contre une pareille prétention.* Ils sont sérieusement affligés de l'erreur dans laquelle on fourvoie l'opinion publique en lui suggérant que la théorie de la relativité est la solution du problème du monde et en lui celant le

fait que beaucoup de savants, et non des moins distingués, n'acceptent pas la théorie de la relativité comme étant une hypothèse prouvée, mais la considèrent comme une fiction qui ne saurait être logiquement soutenue. Les soussignés, docteurs et professeurs, croient qu'un tel procédé ne saurait être mis en harmonie avec la dignité et le sérieux de la science allemande; ils regrettent qu'on se soit servi de la Société des Naturalistes et Médecins allemands pour soutenir prématurément une théorie douteuse au plus haut degré. »

Ce manifeste était signé des noms suivants, parmi lesquels figurent ceux de divers savants autrichiens, suédois, tchécoslovaque et yougoslave: Dr Ing. L.C. Glaser (Würzburg), Prof. Dr F. Lipsius (Leipzig), Prof. Dr M. Palagyi (Darmstadt), Dr L. Khün-Frobenius (Berlin), Prof. D P. Lenard (Heidelberg), Prof. Dr J. Riem (Berlin), Dr H. Fricke (Charlottenbourg), Prof. D K. Strehl (Hof), Dr K. Geissler (Eisenach), Prof. Dr E. Gehrcke (Berlin), Prof. Dr S. Mohorovicic (Zagreb-Yougoslavie), Dr K. Vogtherr (Karlsruhe), Dr R. Orthner (Linz), Dr J. Kremer (Graz), Dr St. Lothigius (Stockholm), Dr V. Nachreiner (Neustadt a. d. H.), Prof. Dr M. Wolff (Eberswalde), Dr A. Krausse (Eberswalde), Prof. Dr E. Hartwig (Bamberg), Prof. Dr O. Kraus (Prague-Tchécoslovaquie), Dr L. Mach (Haar b. München).

Source de rayons ultra-violets à spectre continu. — MM. W. H. Fulweiler et J. Barnes, du « Franklin Institute », ont établi, pour leurs recherches sur les spectres d'absorption ultraviolets des hydrocarbures et huiles de pétrole, une source lumineuse donnant, dans l'ultra-violet, un spectre continu.

Leur appareil est un perfectionnement de celui conçu, sous une forme rudimentaire, par Grebe (1905) et amélioré par Howe (1916); il consistait essentiellement en un éclateur à haute fréquence à électrodes placées sous l'eau.

Howe employait des électrodes en aluminium, alimentées par un Tesla, les étincelles jaillissant dans l'eau distillée; il reconnut que cette source fournit un spectre continu s'étendant jusqu'aux réductions de 2.100 unités Angst.

Strachan a également utilisé un dispositif de ce genre, mais avec des électrodes en cuivre et en laiton; il dépensait, dans le primaire du Tesla, des puissances allant jusqu'à 4 et même 6 kilowatts.

Dans l'appareil de MM. Fulweiler et Barnes, lequel a donné de très bons résultats, les électrodes sont formées chacune d'une tige de tungstène, de 3,5 mm. de diamètre, montée à l'extrémité d'une tige de support en laiton.

Les deux tiges sont introduites, en regard l'une de l'autre, verticalement, en passant dans des bouchons en caoutchouc dur, où elles sont vissées, dans une ampoule en verre pyrex de 500 cm³.

Les bouchons sont scellés à la cire dure; le filetage des tiges-supports en laiton permet de rapprocher ou d'éloigner les électrodes proprement dites; on opère avec une distance de décharge de 1/2 mm.

L'éclateur est situé au voisinage du centre de l'ampoule; à la même hauteur, horizontalement, est introduit dans l'ampoule, en passant dans un bouchon de caoutchouc, un tube en laiton, fermé, vers l'intérieur, par une fenêtre en quartz, de 16,5 mm. de diamètre.

Deux tubulures, l'une à la partie inférieure, l'autre un peu au-dessus du centre, servent respectivement à l'entrée et à la sortie d'un courant d'eau; l'éclateur se trouve ainsi à 1 cm. de la fenêtre et à 2 cm. de profondeur, sous le niveau de l'eau dans l'ampoule.

L'appareil est alimenté par l'intervention d'un transformateur, absorbant, du côté primaire, 15 ampères sous 110 volts, C. A.; un interrupteur à mercure coupe le courant à une vitesse d'environ 120 ruptures par seconde, soit une puissance d'environ 1,6 kw.

Le secondaire est relié à l'éclateur principal par l'intermédiaire d'un éclateur auxiliaire, à soufflage pneumatique; entre ses bornes est branchée une paire de bouteilles de Leyde, d'environ 0,001 mf. chacune.

Le tungstène est supérieur, pour la constitution des électrodes, à l'aluminium, au laiton, au fer, au nickel, au carbone, au molybdène, par l'abondance des radiations courtes qu'il fournit et par sa stabilité de fonctionnement; il s'use beaucoup moins vite que les autres métaux et exige moins de réglages.

Henri Marchand.

§ 2. — Botanique

Recherches sur les germes de champignons dans l'atmosphère. — L'atmosphère renferme en tout temps des germes de champignons et de bactéries, sur lesquels l'attention a été depuis longtemps attirée par les travaux classiques de Miquel.

La variation de ces germes, en particulier de ceux de champignons, avec les conditions atmosphériques a été l'objet d'observations prolongées (de décembre 1915 à décembre 1917) de M. K. Saito [1], à Dairen (Mandchourie), qui durant cette période n'a pas isolé moins de 25 espèces et 1 variété de levures.

Contrairement à ce qu'on pouvait attendre, le nombre de ces germes dans l'air est plus faible pendant les saisons chaudes que pendant les saisons froides. Les germes sont plus nombreux durant les périodes sèches que pendant les périodes humides; leur nombre est très minime par temps de pluie, et immédiatement après les fortes précipitations pluvieuses ou neigeuses. Au contraire, par vent fort, on trouve une grande quantité de germes dans l'air.

Les espèces les plus fréquentes étaient la *Torula gelatinosa* et la *Torula albida*; parmi les espèces isolées formant des spores, il faut signaler : *Saccharomyces mandshuricus*, *Debaryomyces tyrocola* α et β, *Deb. membranæfaciens*, *Pichia membranæfaciens* et *Willia anomala*.

§ 3. — Biologie

La teneur en vitamine de l'huile de foie de morue suivant son mode de préparation. — A l'origine l'huile de foie de morue était fabriquée très simplement en jetant les foies dans un baquet, en les laissant se putréfier et en recueillant l'huile qui surna-

1. *Japanese Journ. of Botany*, t. I, n° 1, p. 1; 1922.

geait. Cette méthode produisait une huile d'un brun doré, à goût et à odeur forts et désagréables. En 1853, Möller introduisit la méthode d'extraction par la vapeur, et aujourd'hui presque toute l'huile est fabriquée par ce moyen ; elle est presque incolore, n'a aucune odeur et seulement un léger goût.

Mais l'opinion est très répandue que l'huile moderne est un agent thérapeutique beaucoup moins efficace que la vieille huile brune; depuis, en particulier, que l'on a associé cette action thérapeutique de l'huile de foie de morue à sa haute teneur en vitamine, on a prétendu que les méthodes modernes de fabrication tendent à détruire la vitamine [1].

Cette question vient d'être l'objet d'une étude approfondie de MM. Drummond et Zilva [2], qui ont comparé la teneur en vitamine des huiles brunes brutes, des huiles incolores et d'huiles préparées au laboratoire ; dans ce dernier cas, toutes les précautions étaient prises pour empêcher la moindre destruction de vitamines. Voici les conclusions auxquelles ils sont arrivés:

« De nos recherches étendues relatives à l'effet des procédés modernes de préparation de l'huile de foie de morue sur sa teneur en vitamine, nous concluons que les méthodes « à la vapeur » fournissent des huiles d'efficacité aussi, sinon plus élevée, que le vieux procédé, aujourd'hui à peu près disparu, par putréfaction.

« En outre, les méthodes modernes de raffinage [3], à l'exclusion du blanchiment des huiles brunes, d'ailleurs peu répandu, n'affectent pas la teneur en vitamine.

« A la lumière de ces faits, il est évident que la croyance populaire que les huiles brunes ont une valeur supérieure aux huiles « blanches » modernes au point de vue thérapeutique est erronée. »

Au cours de leurs recherches, MM. Drummond et Zilva ont toutefois observé des variations de la teneur en vitamine des divers échantillons d'huile de foie de morue dans la proportion de 1 à 16, quoique les huiles les plus pauvres en contiennent toujours plus que le beurre. Les auteurs estiment que ces variations sont un reflet des variations de régime alimentaire ou de l'état physiologique du poisson dans les diverses saisons.

Ils ont noté d'autre part que les foies d'autres poissons fournissent une huile aussi riche en vitamine A que le foie de morue, et qu'il n'y a donc aucune raison pour qu'ils ne soient pas utilisés dans un but thérapeutique.

La décroissance de la luminosité chez le Cypridina. — M. W. R. Amberton a étudié par une méthode photographique la décroissance de la luminosité chez un ostracode japonais, le *Cypridina hilgendorfii* Muller. L'étude photométrique directe étant impossible, à cause de la trop grande rapidité de cette décroissance, l'auteur a opéré sur des solutions de leucifèrine, extraites par macération à chaud des animaux desséchés et pulvérisés, oxydées en présence de luciférase, enzyme extraite des mêmes animaux par macération à froid. Les solutions à étudier sont placées dans des tubes noircis extérieurement, à l'exception d'une petite fente verticale qui laisse passer un pinceau de lumière venant impressionner une pellicule tournante.

Par cette méthode, l'auteur a obtenu les résultats suivants:

1° La courbe de décroissance de la luminosité des *Cypridina* revêt la forme due à une réaction bimoléculaire dans laquelle les deux réactifs sont présents en concentrations équimoléculaires. Si l'on suppose que l'intensité lumineuse I à un instant quelconque est la mesure de la vitesse de réaction à cet instant, on peut exprimer les valeurs expérimentales par l'équation actuelle:

$$I = \frac{dx}{dt} = k(A - x)^2,$$

où A est la concentration initiale de la substance réagissante et x la diminution de cette concentration au temps t. Celle-ci peut-être mise sous la forme d'une ligne droite:

$$\frac{1}{\sqrt{I}} = a + bt,$$

où $a = 1/A\sqrt{k}$ et $b = \sqrt{k}$. Les valeurs expérimentales ont été portées en courbes sous cette forme, puisque c'est I et non $(A - x)$ qu'on mesure directement par la méthode.

Ceux qui ont étudié la phosphorescence inorganique ont présenté presque toujours leurs résultats de cette façon. Dans ce cas, ils supposaient la recombinaison d'ions positifs et négatifs, présents en quantités égales dans la substance phosphorescente, après séparation par l'action d'une radiation incidente préalable. Il y a donc au moins une ressemblance superficielle entre les deux courbes de diminution de la phosphorescence inorganique et de celle des *Cypridina*. Toutefois la nature des deux substances réagissantes dans la luminescence des *Cypridina* n'est pas élucidée.

2° Avec des solutions concentrées d'enzyme, la vitesse de la réaction est proportionnelle à la concentration en enzyme. Cette relation a été notée fréquemment dans d'autres réactions enzymatiques.

1. Il s'agit ici de la vitamine A principalement.

2. Zilva et Drummond : Les huiles de foies de poissons et autres sources riches de vitamine A. *Lancet*, 1922, t. I, p. 1243. — Drummond et Zilva : La préparation de l'huile de foie de morue et l'effet de la méthode de préparation sur la teneur en vitamine de l'huile. *Journ. of the Soc. of chem. Ind.*, t. XLI, p. 280 ; 1922.

3. Ce raffinage consiste dans une congélation partielle, pour éliminer la stéarine.

SUR LES FONCTIONS DU LOBE FRONTAL

A PROPOS D'UN LIVRE RÉCENT

I

Depuis Gall s'était répandue dans la science l'opinion que le lobe frontal était le siège de toute activité psychique supérieure, opinion que nous retrouvons chez une série d'observateurs éminents, avec certaines variations, dépendant de la méthode employée par les chercheurs.

Broca a insisté sur le développement du lobe frontal des Primates, attesté par le plissement longitudinal qui le subdivise d'abord en deux, puis en trois circonvolutions. Il a fait remarquer l'importance corrélative des fonctions de ces lobes chez les singes et chez l'homme. Il a enfin déclaré que le lobe frontal s'est en quelque sorte emparé de l'hégémonie cérébrale. Il a subi, ainsi que Gratiollet et tant d'autres, l'influence des idées de Gall sur les fonctions supérieures du lobe frontal, considéré comme le siège de l'intelligence.

Dès 1875, Ferrier affirmait qu'un animal privé de ses lobes frontaux peut exécuter tous les mouvements volontaires, continue d'entendre, de voir, de sentir, de goûter, peut percevoir et extérioriser ses sensations. Cet animal conserve ses instincts de défense, ses goûts, continue à chercher sa nourriture; il est capable d'exprimer ses notions. On ne peut nier en effet, en étudiant bien le caractère de chacun de ces animaux, avant et après l'opération, qu'il n'est survenu aucun grand changement. L'animal reste, comme par le passé, sensible et doué de puissance musculaire, mais pour être aux aguets, pour voir ce qui se passe autour de lui, il ne cherche pas au delà de ses sensations intimes. Les animaux vont et viennent au hasard, passent leur temps à recommencer leurs mouvements, semblent avoir perdu la possibilité de l'observation judicieuse et attentive. Aussi Ferrier estimait-il alors que les phrénologues avaient raison de situer dans la région du lobe frontal la faculté de la réflexion, et il ne lui semblait pas invraisemblable que le développement particulier de certains points des lobes frontaux puisse fournir l'indice d'une certaine force de concentration d'esprit et d'intelligence dans telle ou telle direction. La faculté de l'attention et de la synthèse mentale est si peu développée chez les idiots parce que chez eux le développement du lobe frontal est arrêté. C'est à l'élévation de ces lobes frontaux que l'homme doit de l'emporter autant par l'intelligence sur les animaux inférieurs dont les régions frontales sont en quelque sorte demeurées rudimentaires.

Les animaux privés du lobe frontal n'ont pas perdu l'intelligence; ils n'ont perdu, avec les centres d'arrêt des lobes frontaux, que cette capacité d'attention consciente qui est la condition de ces opérations de l'entendement dont la somme ou la résultante est l'intelligence.

Pour Wundt, le lobe frontal est le centre de l'aperception. Cet auteur suppose que les impressions des sens sont simplement perçues tant qu'elles n'arrivent qu'aux centres sensoriels du cerveau. Leur appréhension par l'attention ou l'aperception implique, au contraire, une excitation des éléments de la région frontale. En outre, la volonté ne faisant qu'un au fond avec l'aperception, la destruction du lobe frontal, avec la ruine de l'aperception, entraîne celle de la volonté. Je dois ajouter que la conception nébuleuse de Wundt n'a été comprise ni par les physiologistes tels que Munk, ni par les psychophysiciens tels que Ziehen et Münsterberg.

La théorie des centres intellectuels a pris une ampleur considérable à la suite des recherches systématiques de Flechsig qui, en prenant pour guide la chronologie de l'apparition de la myéline, a admis dans l'écorce cérébrale une première zone, celle des centres de projection ou des sphères sensorielles, puis une seconde, la zone des centres d'association.

La zone des centres de projection comprend : 1° la sphère tactile, 2° la sphère olfactive, 3° la sphère visuelle, 4° la sphère auditive.

La zone des centres d'association est formée de 3 centres distincts :

1° Le grand centre d'association *postérieur*. Ce centre comprend le précoin, une partie de la circonvolution linguale, la circonvolution fusiforme, toutes les circonvolutions pariétales, la circonvolution temporale inférieure et la partie antérieure de la face externe du lobe occipital;

2° Le centre d'association *moyen*, correspondant à l'insula de Reil;

3° Le centre d'association *antérieur*; il se trouve constitué par la moitié antérieure de la circonvolution frontale supérieure, la plus grande partie de la circonvolution frontale moyenne et par la circonvolution droite que l'on trouve sur la face inférieure du lobe frontal.

Ce qui caractérise avant tout la zone des cen-

tres d'association, c'est qu'elle est complètement indépendante des masses grises inférieures du névraxe; elle est presque complètement dépourvue de fibres de projection. Aucune excitation du milieu externe ou du milieu interne, du monde ou de notre corps, ne peut donc lui être directement transmise, de même qu'elle est sans influence immédiate sur nos organes et sur nos muscles périphériques. La zone des centres d'association est uniquement et exclusivement en connexion, par un nombre incalculable de fibres nerveuses, avec les régions corticales qui appartiennent aux sphères sensorielles.

Les centres de projection sont donc les régions de l'écorce qui président à la vie animale.

Les centres d'association, au contraire, sont les régions de l'écorce qui président à la vie intellectuelle, à la vie morale. Ce sont, d'après l'expression de Flechsig, les centres intellectuels (*geistige Centren*), les véritables organes de la pensée (*Denkorgane*).

Les conclusions d'un physiologiste italien Giulio Fano offrent une certaine affinité avec les idées de Flechsig. Fano admet, dans l'écorce cérébrale, en outre des fonctions qu'il appelle psycho-sensorielles ou sensitives et psycho-motrices, des fonctions inhibitrices également localisées. Celles-ci acquièrent même un caractère de psychicité qu'on rencontre au maximum là où d'aucuns localisent les fonctions les plus élevées de l'intelligence, à un degré moindre dans les régions sensorielles et presque nul dans les régions motrices. Le lobe frontal, centre d'association, ne peut agir sur la moelle épinière que par l'intermédiaire d'un centre de projection, c'est-à-dire par un centre, dit moteur, de la région rolandique.

Les hypothèses de Flechsig ont eu à subir de rudes attaques de la part de Sachs, O. Vogt, Wernicke, von Monakow, Siemerling, Hitzig, Munk, etc., tandis que d'autres, tels que Ramon y Cajal et surtout Edinger, ont considéré la théorie de Flechsig comme un progrès réel dans l'étude des fonctions du cerveau.

Sur le terrain histologique, les conclusions de Flechsig sont à peu près insoutenables. En effet, le célèbre anatomiste de Leipzig avait admis que les centres d'association existent surtout chez les hommes et les Primates, et qu'ils manquent chez les Rongeurs. Or Cajal et les époux Vogt ont montré que le cerveau des Rongeurs renferme des centres d'association et des centres de projection.

Certains physiologistes et surtout Munk, en contestant la valeur des recherches de Flechsig, sont allés encore plus loin en soutenant que le lobe préfrontal n'a rien à voir avec une activité intellectuelle supérieure et qu'il constitue le centre d'innervation du tronc.

Mais, à l'encontre de Munk, Grosglick affirmait « qu'il incline même à tenir, avec Hitzig, pour invraisemblable que l'immense masse de substance cérébrale constituant le lobe frontal de l'homme doive uniquement servir à des fonctions aussi simples que les mouvements de la colonne vertébrale ». Les réserves de Munk se sont transformées en scepticisme dans l'esprit de quelques auteurs qui affirmaient que ce lobe frontal est une espèce de *terra incognita* qui attend son Colomb.

II

Le scepticisme de certains physiologistes et neurologistes relativement aux fonctions du lobe frontal n'est pas heureusement fondé. La preuve en est la monographie intéressante publiée par le Professeur Bianchi [1], qui s'applique non seulement à exposer l'état actuel de nos connaissances sur la physiologie du lobe frontal, mais, à l'aide de recherches expérimentales et anatomocliniques, tâche de préciser encore plus la nature de ces fonctions. Je dis de ces fonctions, car, à coup sûr, le lobe frontal, ce vaste territoire de l'écorce cérébrale, ne remplit pas une seule fonction. Il y a plusieurs méthodes pour aborder l'étude de ces fonctions:

1° C'est la méthode expérimentale, la plus anciennement connue, qui consiste soit dans l'ablation, soit dans l'excitation de ce lobe, chez les différents animaux.

2° La méthode anatomo-clinique, dont Charcot s'est fait le promoteur, consiste, comme on le sait, dans l'analyse minutieuse des troubles nerveux présentés par un sujet et leur comparaison avec les lésions anatomiques et histologiques que l'on constate après la mort.

3° Enfin il y a la méthode histologique, par laquelle on étudie les connexions anatomiques du lobe frontal, soit à l'aide de la myélogénie, soit en étudiant la structure et la topographie des éléments nerveux du lobe en question, soit enfin le trajet des fibres dégénérées après l'ablation de ce lobe.

C'est surtout la première méthode qui a été mise en œuvre par M. le Prof. Bianchi, sans négliger cependant la méthode anatomo-clinique.

M. Bianchi a pratiqué ses expériences sur des chiens et sur des chats, mais il a fait, en outre, beaucoup de recherches sur le cerveau des

1. Professeur L. Bianchi: *La mécanique du cerveau et la fonction des lobes frontaux*. Librairie Louis Arnette, Paris, 1921.

singes, car c'est le seul mammifère sur lequel on puisse le mieux expérimenter ou explorer la fonction des lobes frontaux. Les expériences nombreuses, qui se sont déroulées depuis un quart de siècle sur les animaux, et les observations cliniques sur les hommes, mettent en évidence que les fonctions corticales sensorielles, aussi bien les perceptions que les réactions simples qui n'impliquent pas un long raisonnement, sont conservées. Aussi il n'est pas étonnant qu'au Congrès de Médecine interne de Rome (1894), lorsque Bianchi a présenté un des singes auxquels il avait enlevé les lobes frontaux, plusieurs membres du Congrès, en examinant l'animal, ne trouvèrent point, chez lui, les perceptions des sens très altérées. D'ailleurs, la perception sensible est une chose, la conscience du moi, la synthèse psychique en est une autre (Sergi). Bianchi répondit à cette objection en faisant remarquer qu'il ne s'agissait pas ici d'une perte de perceptions élémentaires, mais de perceptions complexes, d'un ordre plus élevé, dont les perceptions élémentaires sont seulement les conditions. Tamburini trouva les faits rapportés par Bianchi en parfait accord avec ceux de l'anatomie pathologique de la paralysie progressive des aliénés et de la démence en général, où l'on constate toujours une « atrophie de la partie la plus antérieure des lobes frontaux » ou région préfrontale, « dans le cas où la lésion a spécialement retenti sur les facultés de l'attention et de l'association ».

Une Commission fut nommée, composée de Hitzig, Tamburini, Mendel, Pitres, Sciamanna, Sergi, Kurella, Mingazzini, pour examiner le singe présenté par Bianchi. L'autopsie démontra que la partie antérieure des lobes frontaux avait été largement enlevée. Mais l'observation psychologique du singe ne décela point de changement considérable dans la personnalité de l'animal; il avait conservé l'agilité de ses mouvements, la vue, l'audition, ses principaux instincts. Il fut toutefois reconnu qu'il se trouvait dans un état d'infériorité psychique relativement aux êtres normaux de son espèce, de par l'altération de ses perceptions et l'affaiblissement de son discernement. Un examen prolongé aurait peut-être permis, d'ailleurs, — admirent les membres de la Commission, — de découvrir de plus grands désordres, en particulier dans la sphère psychique. La Commission n'avait donc confirmé qu'en partie les résultats annoncés touchant les altérations du caractère et de l'habitus psychique de ce singe. Bianchi n'en fut point surpris, dit-il, car il avait observé ses singes amputés des lobes frontaux durant des mois et des années, et la Commission n'avait pu disposer que de quelques heures. Quoi qu'il en soit, Mingazzini ayant demandé si, au cours de ses expériences d'ablation des lobes frontaux, ablations dont l'étendue varia, Bianchi n'avait pas noté un rapport entre l'étendue des destructions et la nature aussi bien qualitative que quantitative des phénomènes psychiques consécutifs, ce physiologiste répondit que chez les singes opérés par lui « les désordres intellectuels avaient toujours été proportionnels à l'extension de la lésion des lobes frontaux ».

Les lobes frontaux représentent donc, pour Bianchi, l'organe où se coordonnent finalement: 1° les effets de l'activité des neurones sensoriels et moteurs des différents centres de l'écorce cérébrale; 2° les états affectifs, qui accompagnent les différentes perceptions, images, etc., d'où résulte ce que l'on appelle le « ton psychique » d'un individu. En regard des autres neurones de l'écorce, les neurones des lobes frontaux représentent ainsi des éléments nerveux d'un ordre supérieur. L'extirpation de ces lobes réalise la désagrégation de la personnalité résultante, en abolissant toute possibilité d'évocation d'ensemble des groupes d'images ou représentations dont les éléments sont isolément localisés dans les sphères de la sensibilité, dans les aires pariéto-temporo-occipitales. Avec la ruine de l'organe de la synthèse mentale, le fondement même, la base anatomique et les conditions physiologiques du jugement s'écroulent. L'inquiétude, la confusion, l'incohérence des mouvements chez les animaux dont les lobes frontaux ont été enlevés, Bianchi les explique en montrant les ondes nerveuses, dues aux impressions actuelles, se perdant en quelque sorte dans les faisceaux d'association mutilés, rompus, dégénérés. La peur, qu'il a constamment observée chez ces animaux, est un effet immédiat de « cette désagrégation psychique », elle indique une perte des sensations de la conscience du moi, de la perception, du jugement. Ainsi que l'huître ferme les valves de sa coquille au passage d'un nuage, le singe pousse des cris devant un semblant d'attitude hostile du gardien, incapable de deviner sur la physionomie de cet homme, l'expression de la bienveillance. Et avec la conscience de sa propre force, avec l'appréciation rapide de celle de son adversaire, il a perdu jusqu'à l'idée d'attaquer ou de se défendre. Il ne faut pas confondre avec « le courage » les « impulsions » qu'on observe chez les épileptiques, les aliénés et les idiots. Affection, amitié, reconnaissance, sociabilité, tous ces sentiments sont éteints, en même temps que « l'avidité et l'insatiabilité sans discernement ni

mesure semblent croître ». Bref, il existe « une dissolution de la personnalité psychique ».

Tous les faits qu'il a observés après l'ablation du lobe préfrontal ne sauraient, Bianchi y insiste, être rapportés à des lésions de déficit dans la motilité de la tête et des yeux (Ferrier), à une paralysie des muscles du tronc (Munk), à une perte des perceptions simples ou élémentaires. Il s'agit bien d'une désagrégation ou dissolution de la personnalité psychique. Mais les lobes frontaux, qui représentent pour lui l'organe de la synthèse physiologique des lois de l'association, ne seraient pas davantage le centre de l'attention ou de l'inhibition. « Les lobes frontaux ne sont pas un centre d'inhibition, comme le professe Ferrier. »

Sans doute, il est judicieux de ne pas plus parler d'un centre d'inhibition psychique que d'un centre de l'intelligence localisés dans le lobe frontal.

L'intelligence résulte de l'activité de tous les neurones d'association du manteau, dont elle est la somme ou le total, variable et variant, d'ailleurs, à chaque instant, avec l'état de la nutrition de ces neurones. Si elle a son siège dans les grands centres d'association postérieur, antérieur et moyen de Flechsig, en tant qu'elle ne peut être que la résurrection des résidus de toutes les perceptions sensibles, la résultante de toutes les images nées et projetées de ces perceptions, les conditions de sa production sont partout dans l'économie, dans les régions corticales et sous-corticales du cerveau comme dans le reste du névraxe.

Il n'existe pas davantage, naturellement, de centre d'inhibition psychique ou intellectuelle. L'inhibition est aussi une propriété générale du système nerveux tout entier, chaque centre ou ganglion, constituant le myélencéphale, étant tour à tour inhibiteur ou inhibé. Bianchi a exprimé en particulier cette idée en 1885, en réfutant la théorie des interférences nerveuses, proposée pour l'interprétation des actions d'arrêt ou d'inhibition. Il pense qu'il s'agit plutôt d'« un afflux des ondes nerveuses vers une région du cerveau » de nature sensorielle ou motrice, excitée par un stimulus ou par une représentation mentale, d'où résulterait, pour les autres parties du système nerveux demeurées en dehors de cette aire d'excitation, un état fonctionnel hypoesthésié et inapte à l'accomplissement de leurs fonctions respectives. Chacune des zones corticales du cerveau peut devenir et devient ainsi, à son tour, sous l'influence de la distribution inégale des ondes nerveuses, un centre d'inhibition pour les autres. Si, chez la majorité des hommes, la pensée abstraite est accompagnée d'un effet marqué d'inhibition, la cause en est que « les concepts de ce genre résultent d'un nombre extraordinairement grand de facteurs psychiques des plus élémentaires, déterminant, dans cette infinité d'éléments nerveux, les mêmes processus moléculaires qui ont, à l'origine, concouru à la formation de ces concepts.

La sociabilité a été constamment supprimée par les mutilations frontales. Cette apparence d'amitié et d'amour qui paraît, sous une forme, chez le chien, et sous une autre, chez le singe, n'est chez ces animaux qu'un germe qui devient plante solide chez l'homme civil moderne.

Après l'ablation des lobes frontaux, on observe constamment la suppression de l'intérêt et de la curiosité; et comme conséquence l'isolement de la collectivité, l'effacement de la sociabilité, l'indifférence envers le milieu social, la disparition de toute expression d'amitié, d'affection et de cette floraison sentimentale qu'accompagne l'instinct sexuel. Les émotions primitives, les convoitises, les instincts, au contraire, survivent à l'ablation des lobes frontaux.

Cette situation expérimentale trouve son équivalent dans la psychopathologie humaine.

S'il est vrai que l'imbécillité et l'idiotie dérivent du manque de l'évolution des lobes frontaux et particulièrement des couches pyramidales (plus que de toute autre partie du cerveau), nous pouvons former un parallèle parfait entre la mentalité du singe mutilé et celle de l'idiot, dans le milieu humain. La timidité, l'insociabilité, l'égoïsme, le manque de sentiment d'amitié, l'oisiveté, la fainéantise, les tics, la brutalité de l'instinct sexuel (lorsqu'il existe), voilà les traits les plus caractéristiques de l'idiotie considérée au point de vue de la sentimentalité.

La sociabilité est un élément intégrant de l'esprit et n'existe que lorsque celui-ci fonctionne bien; elle disparaît entièrement avec la mutilation des lobes frontaux et dans presque toutes les maladies mentales humaines. Le phénomène que Bianchi a constamment observé, soit chez les sujets mutilés des lobes frontaux, soit chez les imbéciles qu'il a eus en observation pendant de longues années, est le défaut ou le manque total de la sociabilité.

III

Enfin le dernier chapitre du livre de M. Bianchi est consacré à la conscience, qui n'est pas une faculté, mais une manière d'être des processus psychiques dans un cerveau évolué : elle est très variable et très muable. Son siège, dit Bianchi, n'est pas représenté par une partie déterminée du manteau, mais par le cerveau tout entier, peut-

être même par tout l'organisme. Elle évolue avec la vie, d'où elle tire sa source unique; son évolution est sans fin et sans limites. Les éléments qui la composent sont: les traces des mouvements organiques de l'être, les sensations, les émotions, les notions, les sentiments et les réactions dans les plus différentes formes d'adaptation. La conscience peut être enfermée dans une très petite sphère de connaissances, mais elle s'étend avec les nouvelles perceptions du milieu physique, dont elle assimile les énergies qui servent à son développement dans le milieu social : elle absorbe les activités sociales et s'intensifie par l'accord entre humains.

Tous les processus biologiques, chimiques, physiques et mécaniques, contribuent à son développement, car ils représentent le mouvement perpétuel de la matière dont les ions se transforment, par l'évolution de la vie, en ondes nerveuses, dès que le système nerveux apparaît. La conscience progresse avec le développement et la complexité des organismes vivants, et particulièrement avec le développement et la complexité du système nerveux.

La conception du temps ne peut avoir lieu que par des processus perceptifs infiniment nombreux (dans le temps), et celle de l'espace peut s'effectuer seulement par la somme de petits espaces mesurés avec d'innombrables mouvements que fait notre corps en général, nos membres et nos yeux en particulier. La conscience du *moi* dans le temps et dans l'espace n'est qu'un instant renfermée dans un espace déterminé. Elle est susceptible d'analyse lorsque, dans son point focal, elle rappelle tous les temps qui se sont succédé, en association avec les points de repère de la vie individuelle, qui intéressent le moi. Il est impossible que tous les temps et tous les espaces soient représentés individuellement dans le même instant ; mais la conscience a le pouvoir d'évoquer tous les temps et tous les espaces infiniment variés, et de les faire passer par son point focal, fixés comme dans un film. Tout ce qui n'est pas représenté dans le point focal et dans l'unité de temps est le subconscient ; et c'est là la partie de l'intelligence la plus grande, en comparaison du champ illuminé.

M. Bianchi, après avoir écrit de si belles phrases sur la conscience, émet quelques hypothèses sur la localisation et les formes de ce phénomène, qui ne sont pas du tout de nature à éclairer ce problème si obscur de la conscience.

Voici comme s'exprime à cet égard M. le Professeur Bianchi :

« S'il nous répugne de reconnaître le phénomène conscience dans ces actes psychiques dérivant des mécanismes nerveux simples et presque immuables (quoiqu'ils soient bien adaptés et empruntant les apparences de la raison), nous pourrions nous entendre avec l'hypothèse de *deux* consciences : l'une primaire qui se confond avec le psychisme, l'autre qu'on peut définir « conscience supérieure », dont l'aube coïncide avec les images fournies par la mémoire de l'expérience passée.

« Les réactions qui sont le résultat des poussées impulsives et des contrastes inhibitifs (comme celles que nous remarquons même chez les Mammifères supérieurs) nous autorisent à parler d'une aube de la conscience supérieure. Ces réactions coïncident avec l'apparition des lobes frontaux dans l'évolution du cerveau. Toutes les observations qu'on a recueillies et les expériences qu'on a faites concourent, en pleine harmonie, à établir la conviction que le développement progressif du cerveau postérieur ne suffit pas aux manifestations de la conscience supérieure. Mais la présence et la collaboration d'un autre organe cérébral récemment développé, qui résume, qui fond, qui transforme et règle l'immense patrimoine mental préparé par le cerveau postérieur, paraissent évidentes. Cet organe est le lobe frontal.

« L'apparition de la conscience supérieure coïncide soit avec l'intégration des complexes psychiques précédemment formés, grâce aux images d'une formation nouvelle, soit avec le conflit entre le pouvoir dynamogénique des sensations et des idées, et le pouvoir d'arrêt exercé par d'autres images-souvenirs. Le développement du pouvoir inhibiteur dans le domaine psychique coïncide avec l'apparition du lobe frontal, qui modère les activités intrinsèques, impulsives ou réflexes. »

En tout cas nous croyons, avec Cajal, que localiser l'activité intellectuelle, la volonté, la conscience du moi dans des sphères corticales distinctes, est une chimère. Les opérations intellectuelles ne peuvent pas être considérées comme le produit d'un centre privilégié, mais le résultat de l'action combinée d'un grand nombre de sphères mnémoniques du premier et du second ordre.

D'ailleurs l'ablation d'un lobe frontal met hors de fonction les centres d'association avec lesquels il est en rapport, car après la destruction des fibres d'association avec lesquelles se trouvent en relation leurs centres, ceux-ci finissent par s'atrophier et disparaître.

En d'autres mots, il y a une interdépendance des fonctions du lobe frontal et des centres qui lui sont associés.

IV

Avant de finir nos remarques sur les fonctions du lobe frontal, nous tenons à mettre en évidence certains faits qui ont été déjà signalés par Shepherd et par M. Bianchi, mais auxquels ces auteurs n'ont pas accordé l'importance qu'ils méritent :

Il s'agit de troubles d'orientation après l'ablation du lobe frontal.

Shepherd a utilisé la méthode de Thorndike [1]. Il s'agit d'éduquer l'animal d'expérience à de nouvelles associations, d'en examiner les facultés mentales après la mutilation des lobes frontaux. Après l'extirpation des lobes frontaux, les chats avaient perdu le souvenir de tout ce qu'ils avaient appris au food-box, faisant des erreurs en cherchant les caisses contenant leur nourriture.

Dans une expérience d'ablation du lobe frontal, M. Bianchi constate que, si on laisse le chien seul dans un vaste jardin, l'animal ne peut retrouver son chenil, mais erre au hasard et ne suit plus la piste de l'homme.

Dans sa 9e expérience pratiquée sur le singe (cébus), M. Bianchi remarque que l'animal se comporte comme s'il n'avait pas de direction; quelquefois il heurte des obstacles, tels qu'un pot de fleurs.

La même constatation pour un autre singe (Xe expérience de M. Bianchi). Le singe, après la mutilation du lobe frontal gauche, erre dans la chambre comme désorienté.

Dans la XIIIe expérience pratiquée également sur un singe, quelque temps après l'ablation du lobe frontal, l'animal erre dans la chambre comme désorienté, s'y déplaçant sans but et sans objectif, étant aussi indifférent que désorienté.

Ces troubles de désorientation sont notés par M. Bianchi chez d'autres singes en cas de destruction du lobe frontal.

Les troubles d'orientation dans l'espace, après la mutilation expérimentale du lobe frontal, sont à rapprocher de certains phénomènes constatés chez l'homme, tout récemment, par MM. Pierre Marie et Béhague et par M. van Woerkom.

A la suite de plusieurs observations sur les malades ayant subi des lésions profondes de la région préfrontale, MM. Pierre Marie et Béhague ont constaté un syndrome clinique tout spécial. Celui-ci serait caractérisé par la présence des troubles de l'orientation dans l'espace, en l'absence de tout signe objectif de lésions du système nerveux ou vestibulaire. Ces troubles portent uniquement sur le sens de la direction, car ces auteurs n'ont jamais remarqué des perturbations dans la notion du temps. L'observation suivante montre, mieux que toute description, les troubles que présentent ce genre de blessés.

«... Le malade n'ose quitter sa salle « de peur de se perdre »; en effet, s'il descend pour se promener dans la cour, il lui est impossible de retrouver son dortoir, dont le nom et la situation lui sont parfaitement connus. Pour s'y rendre, il ne sait jamais s'il doit tourner à gauche ou à droite; force lui est de demander assistance à un camarade pour le conduire jusqu'au lit.

« Comme sa mémoire est fidèle, il use de subterfuges les plus divers; c'est ainsi qu'il crayonne l'angle des murs; qu'à l'étage où se trouve l'entrée de la salle, il écrit : « tourner à gauche et ensuite tout droit ». Vient-on à remarquer ce manège et à effacer derrière lui ses repères, le malade est perdu, il erre lamentablement de cour en cour, d'escalier en escalier, et s'il ne reconnaît en passant, par hasard, la porte de sa salle, il est obligé de recourir à l'obligeance d'un camarade pour la lui indiquer. S'il est surpris par la nuit, alors les troubles sont bien plus considérables encore; il est absolument incapable de reconnaître la direction qu'il prend et ce n'est que lorsqu'il a gravé dans sa mémoire tous les petits détails rencontrés sur son chemin qu'il peut refaire celui-ci sans hésitation apparente, quoique toujours, dit-il, « avant de quitter un point de repère, il me faut voir le suivant ».

De son côté van Woerkom, presque en même temps que Pierre Marie, a poursuivi des investigations psychologiques pendant un an sur une personne atteinte d'aphasie de Broca en voie de restitution. Ce malade reconnaissait les formes et les objets dont il faisait un usage adéquat, mais il avait perdu toute faculté de projection; même avec une ligne devant lui il n'est pas capable d'évoquer sa direction, d'imaginer le principe du mouvement dans le cadre spatial donné. Ainsi il n'est pas en état de se tracer les directions principales d'orientation (côté droit, côté gauche, en haut, en bas) et de mettre un bâton parallèlement à un autre. On pourrait parler d'une perte du sens géométrique.

Le trouble spatial concerne également son propre corps — car il ne sait projeter les sensations dont il a reconnu la place même.

Il importe de remarquer que chez le malade de van Woerkom la notion du temps et la notion du nombre étaient également altérées. La sphère perceptive de l'intelligence est à peu près intacte, il n'y a ni cécité psychique (verbale),

1. Animal intelligence and food boxes, et un article publié dans « *American Journ. of Physiology* », août 1902.

ni agnosie tactile, ni surdité verbale, et l'auteur admet qu'il s'agit d'une lésion du lobe frontal, particulièrement du côté gauche.

Les observations cliniques de P. Marie et de van Woerkom prouvent à notre avis que si les lobes frontaux, conformément à l'opinion de M. Bianchi, ne sont qu'une sorte de vaste synthèse organique des matériaux qu'apportent à ces centres toutes les aires fonctionnellement différenciées de l'écorce cérébrale, avec lesquelles ils sont en connexion anatomique, au point de vue fonctionnel et histologique, ils représentent, d'autre part, des organes complexes dans lesquels on pourra, à l'avenir, distinguer des fonctions plus élémentaires. Les recherches histologiques de Brodmann [1], les nôtres [2] et celles de Vogt [1] ont démontré avec la dernière évidence que le lobe frontal n'a pas une structure homogène. On peut en effet y distinguer au moins une douzaine d'aires corticales différentes au point de vue de la forme et de la topographie des cellules. La fibrotectonique a permis à Vogt de distinguer 60 territoires corticaux dans le lobe frontal.

Aussi la méthode expérimentale combinée avec la méthode anatomopathologique pourront, dans un avenir plus ou moins éloigné, préciser d'une façon plus exacte les localisations fonctionnelles dans cet organe.

G. Marinesco,
Professeur à l'Université de Bucarest.

1. K. Brodmann : Vergl. Localisationslehre der Grosshirnrinde. Leipzig, 1909.
2. Marinesco : Recherches sur la cytoarchitectonie de l'écorce cérébrale. *Rev. gén. des Sciences*, t. XXI, 1910.

1. O. Vogt : Die myeloarchiteckt. Felderung des menschl. Stirnhirns. *Journ. f. Psych.*, page 221, 1910, et *Revue neurologique*, n° 7, 1910.

LA CHIMIE ET L'ÉTAT COLLOÏDAL

A PROPOS D'UN LIVRE RÉCENT DE J. LŒB [1]

Dès le début des études sur l'état colloïdal, on fut enclin à considérer les réactions survenant entre les colloïdes et les substances étrangères comme étant régies par les lois de la Chimie, tout en admettant les propriétés toutes particulières et nouvelles qui caractérisent cet état de la matière. De cette conception vient l'expression de « Chimie colloïdale ». Elle est conservée encore par certains auteurs, à cette époque où la Physique, empiétant sur la Chimie, a permis d'approfondir la nature des réactions chimiques et d'appliquer des méthodes exactes, à l'époque où une science nouvelle particulièrement intéressante et importante — la Chimie physique — marque des progrès de plus en plus retentissants.

Ainsi s'explique la naissance de travaux innombrables, ayant pour but de fixer les constantes physiques et la composition chimique des colloïdes. Tous ces travaux sont aujourd'hui périmés, car ils n'ont abouti à aucun résultat concordant.

Pour illustrer cette affirmation, il suffit de rappeler la somme de travail consacrée à la fixation du poids moléculaire des colloïdes. En considérant les chiffres obtenus, tellement discordants que, suivant les auteurs et les préparations, ils varient du simple au centuple (glycogène : 1.600 à 200.000), on est arrivé à la conclusion que les méthodes employées en Chimie pour fixer les poids moléculaires n'ont aucune valeur dans leur application aux colloïdes.

On peut en dire à peu près autant en ce qui concerne la pression osmotique des colloïdes.

Et, malgré tout, on assiste de temps à autre à des tentatives de subordonner les réactions colloïdales et les propriétés des colloïdes uniquement à des lois de la Chimie générale.

Depuis 1900, van Bemmelen, Linder et Picton, Jordis, J. Duclaux, etc., se sont efforcés de nous communiquer la conviction que la micelle colloïdale est ionisée et que toutes les réactions ayant lieu entre la micelle et les substances agissantes sont des réactions chimiques classiques. J. Duclaux a récemment consacré à cette idée un volume qui, sous l'apparence d'un ouvrage didactique, n'est en réalité qu'une monographie sur la théorie chimique des colloïdes [1]. Les idées de ces auteurs n'ont pas trouvé un accueil favorable parmi les savants spécialistes et n'ont été que peu attentivement examinées. Ceci à tort, car, parmi leurs déductions, quelques-unes sont dignes d'être connues ; puis, une analyse serrée permet toujours de se prémunir contre les pro-

1. J. Lœb : *Proteins and the theory of colloïdal behavior.* Mc Graw Hill Cy, Londres, 1922.

1. J. Duclaux : *Les Colloïdes.* Paris, 1920, Gauthier-Villars et Cie, 288 pages in-16 (2e édition, 1922).

messes fallacieuses de certaines méthodes réputées rigoureuses et de réduire à leurs justes proportions de nombreuses théories à l'aspect convaincant. Tout récemment deux savants ont apporté, en faveur de la théorie chimique des colloïdes, une contribution qu'il faut examiner bien attentivement : Sörensen et Lœb. Pour avoir une idée nette sur la portée de leurs expériences, commençons par résumer les conceptions précédentes.

*

J. Duclaux, en partant de l'existence de différences entre les électrolytes, suppose également la diversité des colloïdes. Après s'être élevé, en termes très énergiques, contre les auteurs qui considèrent la grandeur des micelles comme le caractère essentiel de l'état colloïdal et qui font intervenir, dans les réactions entre les colloïdes, le rôle de la tension superficielle et de l'électrisation par contact (Zsigmondy, Perrin, Smoluchowski, Einstein), J. Duclaux fait observer, sans en donner des preuves irréfutables, que les colloïdes possédant des micelles de la même grandeur, tels que l'or colloïdal, l'albumine et l'hydroxyde de fer, n'ont point les mêmes propriétés physiques et chimiques ; il en déduit que la constitution de la micelle doit être, dans ces cas, différente.

Pour étudier la constitution de la micelle colloïdale, les partisans de la conception chimique s'adressaient à juste titre, non à des colloïdes naturels, organiques, dont la composition est absolument inconnue, et par conséquent l'étude fort difficile, mais à des colloïdes de synthèse. En étudiant la formation du sulfure d'arsenic colloïdal, et surtout celle du ferrocyanure de cuivre et de l'hydroxyde de fer, ils sont arrivés à la conclusion, fondée sur des résultats analytiques, que les réactions ne se passent point comme on l'a supposé jusqu'ici.

Ainsi, pour avoir une précipitation totale, il ne faut point 2 molécules de $CuSO^4$ pour 1 molécule de $K^4Fe(CN)^6$, mais seulement 1,7 ; le précipité formé contient à la fois 1 molécule $Cu^2Fe(CN)^6 + 0{,}18\ K^4Fe(CN)^6$; de plus, le fer de ce mélange est dissimulé aux réactifs chimiques habituels. Dans le cas du sulfure d'arsenic, le précipité contient du soufre.

Des expériences de Linder et Picton (As^2S^3) et de J. Duclaux ($Cu^2Fe(CN)^6$) on a tiré les conclusions que les mélanges ainsi formés ne peuvent pas constituer des sels complexes, puisque les éléments y sont dissimulés, et qu'il ne s'agit point d'un entraînement mécanique, puisque, dans le cas d'As^2S^3, non seulement le soufre, mais aussi l'hydrogène nécessaire pour saturer les deux valences du soufre, fixés sur le précipité formé, ne se trahissent pas dans le colloïde obtenu par l'odeur de l'hydrogène sulfuré !

En dehors de la dernière raison, qui est pour nous fort peu convaincante, il ne faut pas oublier que, dans les réactions de précipitation des sels métalliques par H^2S, il y a toujours formation de soufre grâce aux phénomènes d'oxydation, connus de tout chimiste analyste ; ce soufre n'est évidemment pas ionisé, d'où la non-saturation de ses deux valences libres par l'hydrogène ; donc, nous assistons tout au plus, dans le cas de la formation de sulfure d'arsenic colloïdal, à une fixation (employons ce terme pour le moment) du soufre.

En ce qui concerne la présence d'éléments étrangers dans les autres colloïdes étudiés, il faut souligner que le chlorure de fer fixé sur la micelle de l'hydroxyde de fer peut être presque complètement enlevé par la dialyse. Finalement, les quantités du produit de la réaction fixées sur la micelle colloïdale varient d'un cas à l'autre, suivant les conditions d'expérience. Nous sommes loin de considérer la conclusion des défenseurs de la conception chimique comme justifiée, — rien ne les autorise, ainsi que nous l'avons vu, à dire qu'au moment de la naissance d'un colloïde, les particules de celui-ci se combinent chimiquement avec les substances du milieu de la réaction. Le seul fait démontré est que la particule d'un colloïde contient souvent des substances étrangères, des impuretés ; mais théoriquement rien ne s'oppose à ce qu'on disperse un métal par des moyens purement mécaniques, sans intervention de substances secondaires ; plusieurs colloïdes, J. Duclaux semble l'ignorer, ont été préparés de cette façon. Donc, à moins d'admettre la formation des oxydes métalliques aux dépens de l'oxygène de l'air, ce qui constituerait le fond de tiroir d'une argumentation scientifique, la présence d'un élément étranger dans un colloïde n'est pas théoriquement nécessaire.

Les partisans de l'hypothèse chimique, en laissant de côté ce fait capital, se demandent alors quel rôle il faut attribuer à l'impureté toujours présente dans les colloïdes.

« Il y a deux manières de traiter cette impureté. On peut la négliger, pensant qu'elle ne joue aucun rôle. Ou bien, on peut penser que cette soi-disant impureté joue en réalité un rôle essentiel ; elle est la seule partie active du colloïde, le reste n'est qu'un amas de molécules inertes » (p. 88). *Tertia non datur.* Et voici les preuves accumulées.

Tout d'abord, comme première preuve, voici le phénomène de la coagulation (dans le sens de gélification) des colloïdes, et notamment l'exemple étudié par Graham (silice) et par Duclaux (hydroxyde de fer). On peut constater qu'en dialysant les colloïdes, on élimine l'impureté fixée, mais qu'en même temps les micelles grossissent, le colloïde devient de plus en plus facilement coagulable par les électrolytes et les transformations subies par lui sous l'influence des agents physiques (température) deviennent irréversibles.

Remarquons que les faits signalés ne sont pas généraux : la dialyse ne labilise pas toujours les colloïdes ; ainsi les colloïdes obtenus par voie électrique sont parfaitement résistants à la dialyse; bien mieux, la présence d'électrolytes les labilise. De plus, si la présence des électrolytes est parfois nécessaire pour la stabilité, pour l'existence même d'un colloïde, elle n'implique jamais la nécessité d'un électrolyte déterminé, spécifique ; et, dans cet ordre d'idées, l'importance du signe électrique des électrolytes stabilisants n'est pas niée par Duclaux lui-même. Finalement les recherches récentes de Sorensen, Lœb, etc., ont mis en évidence qu'à leur point isoélectrique, certains colloïdes possèdent les propriétés physiques les plus faibles, et que leur stabilité est alors très peu solide. On ne peut des faits relatés tirer une autre conclusion que la suivante : *Parfois, quelques colloïdes nécessitent la présence d'un électrolyte pour assurer leur stabilité.*

En se basant sur les recherches de Linder et Picton, de Nicolardot et de Béchamp, J. Duclaux constate que l'impureté fixée sur le colloïde quitte celui-ci après la coagulation et y est remplacée par la substance coagulante « *en quantité équivalente* ». Il élargit ces expériences, en étudiant la coagulation de l'hydroxyde de fer, et tire la conclusion, en généralisant ces trois cas, que la coagulation est une réaction chimique entre l'impureté fixée sur le colloïde et la substance coagulante.

J. Duclaux force ici les faits d'une façon exagérée. Tout d'abord, la méthode expérimentale employée par l'auteur permet-elle des conclusions strictes ? Aucunement ! Quelle est cette méthode ? On analyse quantitativement un colloïde; on le soumet à l'ultrafiltration ; on analyse le liquide qui en résulte. Or, ce liquide est loin de représenter le liquide intermicellaire, car les phénomènes d'absorption par la membrane jouent dans l'ultrafiltration un rôle indubitable. Puis, on coagule le colloïde et on refait les analyses précédentes. Il est permis de douter que ces analyses aient une valeur; car, tout d'abord, même si l'auteur a ultrafiltré 1 litre d'un hydroxyde de fer gélifié, il opérait avec des quantités portant sur des centigrammes des corps analysés (1 mol Fe^2Cl^6 + 70 mol Fe^2O^3 à 5 % environ); de plus, l'ultrafiltration d'un gel est une opération quantitativement bien fragile.

Et, même en supposant l'exactitude des chiffres obtenus, nous serions en présence d'une réaction chimique bien bizarre. En effet, on peut coaguler les colloïdes, d'après Duclaux lui-même, par n'importe quel électrolyte ou même par les non-électrolytes ; dans le colloïde coagulé, on peut de nouveau remplacer la substance coagulante première par d'autres; ainsi, d'après Linder et Picton, si on a floculé le sulfure d'arsenic par un sel de Ba, on peut le remplacer dans le floculé formé par un sel de Ca ; bien mieux (pour éloigner l'idée du rôle éventuel de la valence dans ces remplacements), si un sol de notre colloïde a été floculé par l'ion Co, on peut le remplacer par Ca ; s'il l'était par un sel de calcium, on peut lui substituer un ion cobaltique.

« *Dans tous les cas*, dit Duclaux, *il est remarquable que les molécules* As^2S^3 *n'interviennent absolument en rien* » (p. 98) ; puis, en se contredisant (p. 33), il considère que la coagulation des colloïdes « *nous éloigne évidemment beaucoup des cristalloïdes, et ressemble aussi peu que possible à des réactions chimiques comme nous en observerions avec les solutions véritables : car, ici, nous n'aurions que ces précipitations spécifiques sur l'existence desquelles est fondée la Chimie analytique* ».

Nous sommes entièrement de cet avis, mais nous ne pouvons pas suivre J. Duclaux lorsqu'il considère la coagulation comme une réaction chimique et nous ne croyons pas que les formules proposées par cet auteur ($n As^2S^3, xH$), afin d'illustrer la réaction de la coagulation colloïdale, puissent être adoptées par un seul chimiste.

Toutefois, il faut ajouter que l'auteur cite d'autres arguments en faveur de la conception de la micelle colloïdale comme corps ionisé : ce sont les expériences sur la charge électrique des colloïdes, leur conductivité propre et leur pression osmotique. A tout cela, il est très aisé de répondre. Ainsi, la charge des colloïdes peut provenir d'autres causes que l'ionisation de la micelle — et le fait que les suspensions en ont une, que l'eau se déplace sous l'influence du courant, lorsqu'elle traverse des tubes capillaires en est la preuve — ; le phénomène d'électrisation par contact, nié par J. Duclaux, n'est nié par personne.

Quant à la conductivité propre des micelles, elle est bien précaire : elle est de l'ordre de 10^{-6} et elle est calculée par soustraction de la conductivité du colloïde et du liquide obtenu par l'ultrafiltration, comme si la membrane de collodion restait en simple spectateur dans cette ultrafiltration ! L'auteur considère cette technique comme « *une technique serrée* », mais il est lui-même d'avis qu'elle n'a abouti qu'à un résultat qui « *n'est pas absolument rigoureux* » (p.109). Quant à la méthode employée par J. Duclaux pour fixer la pression osmotique *propre* des colloïdes, la négligence de la pression hydrostatique, l'emploi, comme liquide externe, du liquide obtenu par l'ultrafiltration, ainsi que la perte de vue d'autres causes d'erreur, telles que l'inégalité de la perméabilité de deux sacs de collodion, malgré toute l'identité des conditions d'expérimentation, la faiblesse de la pression observée (centimètres), la variation de cette pression d'un échantillon à l'autre du colloïde (p. 208) : tout ceci enlève toute valeur rigoureuse à ces déterminations; et on ne peut se contenter d'à peu près dans des recherches d'une portée théorique aussi considérable.

En résumé, un examen serré nous conduit à la conclusion que si, dans certains cas, la présence des électrolytes semble nécessaire à l'existence d'un colloïde, ces électrolytes ne sont point chimiquement combinés avec les colloïdes ; *la micelle colloïdale n'est point ionisée, n'est pas un réactif chimique ordinaire ; les réactions micellaires ne sont pas du tout des réactions chimiques*. Et toutes les contradictions, tous les recours à des hypothèses invraisemblables, — qui résultent de la conception chimique et qu'il n'est pas nécessaire, pour le sujet qui nous intéresse, de souligner ici, — sont admirablement aplanies et rendues superflues lorsqu'on considère la micelle colloïdale comme un composé d'adsorption.

J. Duclaux conçoit bien clairement l'état colloïdal entre l'état de dispersion mécanique (suspensions) et l'état de dispersion moléculaire (solutions); et, bien justement, fait combler le passage entre les colloïdes et les électrolytes par les sels complexes dont le type est représenté par les sels phospho-molybdiques et, ajoutons, lutéo-cobaltiques, chloro-tungstiques, etc. Il trouve un mot bien juste dans la querelle au sujet de la nature des phénomènes d'adsorption, en les considérant comme « réalisant le passage entre les phénomènes physiques et chimiques » (p. 156), et, pourtant, il propose d'avoir recours à la conception paradoxale d'une micelle ionisée, composée d'un amas moléculaire inerte, donnant lieu à tous les caractères fondamentaux de l'état colloïdal (diffusibilité, dialysabilité, structure ultramicroscopique, mouvement brownien) et ne jouant aucun rôle dans les réactions colloïdales, ce rôle étant exclusivement attribué à des ions surajoutés, chimiquement combinés.

Ainsi, les travaux des partisans de la conception chimique ont été loin de démontrer que les phénomènes colloïdaux sont soumis à des lois de Chimie pure. Mais nous sommes aujourd'hui en présence d'une tentative nouvelle de subordonner l'état colloïdal à des lois de Chimie générale, tentative basée sur des conceptions entièrement nouvelles. Il s'agit des travaux du chimiste danois Sörensen parus en 1917, et du biologiste américain J. Lœb, basés sur les précédents, poursuivis depuis 1919.

***

S. P. L. Sörensen [1] s'est attaché à apporter un maximum de précision dans les recherches concernant les colloïdes organiques et il y a pleinement réussi. Ces précisions, absolument nécessaires pour permettre des conclusions rigoureuses, ont été envisagées tout d'abord en ce qui concerne la pureté des produits, et la méthode expérimentale ensuite. A ce sujet aucune objection n'est plus possible : le produit était pur, cristallisé; la méthode expérimentale — celle de la mesure de la concentration ionique et, avant tout, celle de la mesure de la pression osmotique — irréprochable. Voyons les conclusions de cet auteur. Nous n'y apercevrons aucune unilatéralité, aucune exagération, mais la simple et logique constatation des faits. Quels sont ces faits ?

Tout d'abord, le produit obtenu par Sörensen — albumine d'œuf de poule, cristallisée en présence de sulfate d'ammoniaque — « contient toujours du sulfate d'ammoniaque en quantité assez abondante » (p. 597) ; la dialyse ne peut enlever la totalité de ce sel et il en reste toujours environ 1 % (p. 599); « ce qui pis est, les deux composants de ce sel, l'ammoniaque et l'acide sulfurique, ne restent pas en quantités équivalentes » (p. 600); on peut éliminer totalement seulement l'un d'eux (p. 600).

En ce qui concerne les propriétés physiques de ce colloïde, le fait capital signalé par Sörensen est l'importance de la concentration des ions H+, et notamment du point isoélectrique ; puis la constance de ses propriétés, constance quan-

1. S. P. L. Sorensen : Conférence à la Société chimique de France, 13 mai 1921. *Bull. Soc. chim.* 1921, t. XXIX, p. 593.

titative, observée avec des produits d'origines différentes, d'âges différents, etc., mais à la condition expresse d'opérer en présence d'une concentration ionique et d'une teneur en sulfate d'ammoniaque déterminées. Ainsi, la pression osmotique est toujours identique (46,8 cm. d'H^2O) pour tous les produits, à la condition d'opérer à la concentration d'une part, en sulfate d'ammoniaque de 15,6 % d'équivalent-gramme d'azote par litre, et d'autre part, en ions H^+ de $13{,}0 \times 10^{-6}$.

Certains auteurs seront enclins à voir ici la preuve de la constance rigoureuse de la composition des colloïdes, au lieu de ce παντα ρει déconcertant. Mais il est facile, en réfléchissant bien, de découvrir dans un raisonnement pareil la faute de déduction suivante : dans les faits signalés par Sörensen, il ne s'agit pas d'une constance rigoureuse des propriétés d'*un colloïde*, mais de la constance de ces propriétés dans *certaines conditions*. La faute syllogique est flagrante.

Et personne n'établira une analogie entre les propriétés physiques d'un sel quelconque, telle la solubilité, toujours constante, malgré la présence d'une substance étrangère, et la solubilité du colloïde étudié par Sörensen, où *une variation de 7 % en sulfate d'ammoniaque diminue sa solubilité quinze fois*. La constance de composition d'un colloïde, son individualité chimique seront démontrées, lorsque les colloïdes d'origine diverse, d'âge différent, etc., posséderont la même solubilité, la même pression osmotique, la même concentration en ions H^+, etc., tout comme les substances organiques — alcaloïdes ou glucosides, pour choisir les plus compliquées, — retirées de plantes variées accusent des caractères identiques.

En dehors de cette conclusion d'ordre général, les travaux de Sörensen ne permettent pas de trancher la question de savoir si les colloïdes possèdent une pression osmotique propre. En effet, étant donné qu'un hydrosol d'albumine cristallisée contient jusqu'à 1 % de sulfate d'ammoniaque, on ne sait pas si la pression osmotique notée ne provient pas précisément de cet électrolyte.

En résumé, les recherches de Sörensen démontrent une fois de plus *que parfois il est impossible de débarrasser certains colloïdes des ions étrangers*, mais que ces ions *sont fixés sur la micelle colloïdale en quantités non équivalentes et, ce qui pis est, qu'on peut se débarrasser d'un de ces ions, qui peut être arbitrairement choisi*. De plus, et pour la première fois, Sörensen fixe l'importance du point isoélectrique dans l'étude des propriétés des colloïdes.

La conclusion propre de Sörensen ? La voilà : « *J'admets bien volontiers que* (pour les solutions... étudiées) *il y ait possibilité qu'il apparaisse des phénomènes d'ordre purement physique, dont il faudra chercher l'explication dans la nature colloïdale de la solution étudiée* » (p. 594).

***

Examinons les travaux de J. Loeb [1], qui semblent apporter des arguments nouveaux en faveur de la conception chimique.

Les recherches de J. Loeb concernent les propriétés colloïdales des protéines, et notamment de l'albumine cristallisée, de la caséine, ainsi que de la gélatine. On voit par là que la voie suivie par le biologiste américain est inverse de celle de Linder et Picton, Jordis, etc., et, tout de suite, une première objection se dresse dans notre esprit : peut-on, en se basant sur les recherches avec des substances indéterminées, variant d'un échantillon à l'autre, tirer des conclusions bien nettes ? C'est peu probable et les points obscurs, impossibles à expliquer — telles entre autres les variations de la pression osmotique de la gélatine malgré la même concentration en H^+ et dans les mêmes conditions d'expérimentation (p. 235), — en sont des preuves évidentes. L'importance de la pureté d'un colloïde, qui n'a pas échappé à Sörensen et autres, a été laissée de côté par J. Loeb.

Mais suivons pas à pas les déductions de l'auteur. Il veut démontrer tout d'abord que la *gélatine pulvérisée*, l'*albumine cristallisée* et la *caséine* en solutions *ne fixent ni des anions, ni des cathions au point isoélectrique* ($pH = 4{,}7$) ; *par contre, au-dessus de cette concentration, seuls les cathions, et au-dessous d'elle seuls les anions peuvent être fixés. Cette fixation suit la loi de valence.*

Le fait, tel que nous l'énonçons, ne présente rien de nouveau : depuis les travaux de Hardy, Hofmeister, Pauli, Michaelis et bien d'autres, on sait qu'au point neutre, la gélatine et les protéines sont amphotères, réagissent peu et sont le plus instables. Sörensen, Michaelis ont introduit, à la place de la notion vague de neutralité, le terme strict du point « isoélectrique ». En appliquant ces notions à l'étude systématique des trois substances précitées, Loeb est arrivé à corriger bien des faits qui passaient pour exacts (rangées de Hofmeister, etc.). Mais, de ces expériences, Loeb tire la conclusion que la fixation

1. J. Loeb : Ouvrage cité. Voir également l'article de cet auteur : « La chimie des protéines et des colloïdes », dans la *Revue gén. des Sciences* du 15 avril 1921, t. XXXII, p. 197 et suiv.

des substances étrangères suit la loi de valence et aussi toutes les lois stœchiométriques.

Plusieurs restrictions sont apportées à cette généralisation, par J. Loeb lui-même, au cours de son exposé.

Tout d'abord, certains acides possèdent une action particulière, acide acétique par exemple (p. 59); l'action des bases ne se traduit tout d'abord par aucune différence entre les ions mono- et polyvalents, et cette différence apparaît à partir d'une concentration $pH = 8,5$ à $9,0$ (p. 60 et 61). Ainsi, le rôle de la valence n'est pas général et une spécificité d'un ordre différent est à envisager.

De plus, on s'étonne de voir J. Loeb tenter de subordonner les faits précités à la loi des proportions équimoléculaires! Il cite lui-même trois déterminations bien divergentes du poids moléculaire de la gélatine (768, Procter et Wilson; 839, Wintgen et Krueger; et 11.800, Dakin) et choisit celle qui s'accorde le mieux avec ses conceptions; pour plus de sûreté, il y ajoute les expériences de filtration qui sont bien loin d'être quantitatives, comme méthode surtout et aussi comme résultat, et considère que « *les quantités combinées des acides et des bases, avec des protéines, sont identiques à celles qui se combinent avec les cristalloïdes. Ou, en d'autres termes, les forces ... sont purement chimiques... la valence* » (p. 63). Etant données les restrictions et les exceptions signalées, nous croyons que cette conclusion n'est pas autorisée et que la seule possible, en dehors d'objections techniques sur lesquelles nous reviendrons, est la suivante :

Les quantités des acides et des bases, fixées sur les protéines étudiées, dépendent de la concentration en ions H+ et semblent être influencées par la valence de leurs ions.

Poursuivons :

Au point isoélectrique, non seulement la réactivité des colloïdes étudiés, mais aussi toutes leurs propriétés physiques telles que la viscosité, la pression osmotique, le gonflement, la charge électrique et la labilisation par les sels neutres, ainsi que leur stabilité, sont les moins accusées.

Cette affirmation est passible de deux ordres d'objections. Tout d'abord, d'objections de technique. Nous n'avons pas souligné encore que les substances utilisées par J. Loeb n'ont pas été purifiées et complètement débarrassées d'électrolytes; on y arrive, cependant, et, pour la gélatine par exemple, les recherches de Ch. Dhéré permettent de la purifier de telle sorte que sa conductivité électrique est dérisoire. Du reste, Miss Field et C. R. Smith ont, tout récemment, décrit une méthode très simple pour débarrasser complètement d'électrolytes les protéines. Cette présence d'électrolytes n'était pas, du reste, de grande importance dans les expériences précédentes. Il n'en est pas de même en ce qui concerne les mesures de la pression osmotique, de la charge électrique et de la floculation, où la présence de ces substances peut singulièrement changer les résultats expérimentaux.

L'objection suivante concerne la technique expérimentale : J. Loeb se base, à de très rares exceptions près, sur des expériences portant sur des concentrations voisines du point isoélectrique. Or, les courbes, tracées par lui-même, invitent impérieusement, par leurs formes, à la continuation de ces recherches, et semblent prédire que certaines conclusions de l'auteur sont tout au moins prématurées.

Finalement, en dernier lieu, la méthode expérimentale de J. Loeb est parfois bien rudimentaire; à côté d'une méthode exacte, physique, la mesure de la concentration en ions H+, l'auteur emploie la méthode de mesure de la viscosité par les tubes capillaires de Poiseuille-Ostwald, méthode reconnue parfaitement inexacte depuis les recherches de Scarpa, Hess, etc., d'autant plus que l'auteur mesure parfois la viscosité de substances demi-gélatineuses (p. 206-7). Les déterminations de la pression osmotique ne font pas entrer en ligne de compte la pression hydrostatique, la variation de la perméabilité des membranes de collodion, etc., faute que nous avons déjà soulignée à propos des recherches de J. Duclaux. Le degré de gonflement est établi par la simple lecture du volume (p. 78), au lieu d'utiliser des appareils tels que celui de Posnjak. Et, parfois, l'imprécision de la technique expérimentale est inquiétante : telle la mesure du degré de solubilité de la gélatine par les différences des deux volumes ou des deux poids, avant et après filtration.

Ajoutons encore que les expériences concernant la gélatine en poudre, suspendue dans l'eau, portent sur un *milieu non équilibré*, car nous nous permettons de considérer la gélatine solide pulvérisée, même à la température de 15° C., comme n'étant pas solide, mais accusant déjà un degré de gonflement plus ou moins accentué. Cela n'échappe point à J. Loeb, lorsqu'il conseille de ne pas dépasser la température de 20°, car « *alors la gélatine se dissout trop rapidement* » (p. 153). Bien plus, une confirmation éclatante de cette objection résulte de l'expérience de J. Loeb lui-même et, notamment, des courbes reproduisant la viscosité de la gélatine en fonction du temps (p. 214, fig. 57 et 58).

Si encore, malgré toutes ces objections de

principe, les résultats obtenus par J. Loeb se montraient bien concordants... mais il n'en est rien. Ainsi, toutes les courbes rapportées par l'auteur accusent un fléchissement nouveau, après avoir atteint un optimum de toutes les propriétés physiques signalées plus haut. En réunissant quelques courbes, on obtient des illustrations bien suggestives de l'idée que l'affirmation de J. Loeb, au sujet du minimum des propriétés colloïdales au point isoélectrique, est prématurée peut-être. La figure 1 donne ces courbes pour la gélatine.

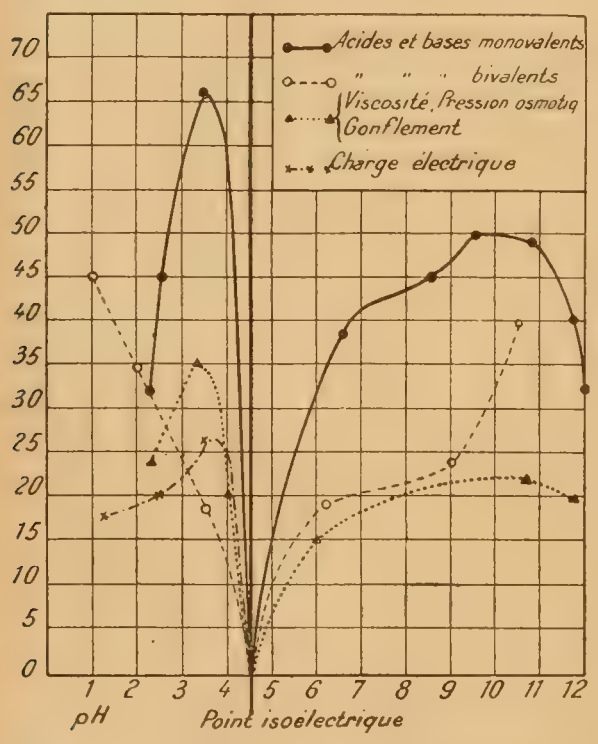


Fig. 1. — *Courbes des propriétés de la gélatine de chaque côté du point isoélectrique* (d'après Loeb).

Il n'est pas défendu de supposer qu'en continuant ces recherches avec des doses s'écartant davantage du point isoélectrique, on puisse arriver à d'autres points de concentration ionique où les propriétés physiques des colloïdes seraient également des minima. En effet, nul n'ignore la production de floculations et de coagulations périodiques des colloïdes, par augmentation de la quantité introduite de réactifs floculants ou coagulants. Ce phénomène a été bien étudié par Freundlich, Bechhold, Neisser, etc., en ce qui concerne les colloïdes inorganiques, par Eisenberg et Volte au sujet de l'agglutination des baciles typhiques, par Vernes et Douris au sujet de la floculation par les sérums des différents colloïdes inorganiques ou des suspensions organiques fines.

Ainsi, la seule conclusion qu'il soit permis de tirer des expériences de J. Loeb est la suivante : *Les propriétés physiques des colloïdes, telles que la pression osmotique, la viscosité, le gonflement, la charge électrique, le pouvoir de fixation de substances différentes, ainsi que leur stabilité, dépendent de concentrations déterminées en ions H+.* L'avenir démontrera si, en dehors du point isoélectrique, il n'y aurait pas d'autres points où les propriétés passeront également par un minimum.

En étudiant le rôle des sels neutres sur les propriétés physiques des colloïdes organiques cités, J. Loeb arrive à la même conclusion qu'au sujet de l'action des acides et des bases, et, notamment, *que les propriétés physiques des colloïdes sont influencées par la valence des ions agissants.* Les irrégularités sont ici nombreuses, plus nombreuses qu'avec les acides et les bases. Ainsi, toutes les expériences avec la caséine n'offrent qu'une analogie lointaine avec les deux autres colloïdes (p. 71) ; les expériences au sujet du gonflement montrent les exceptions en ce qui concerne l'acide acétique et les bases monovalentes (p. 80) ; le gonflement de la gélatine est moins accentué dans les alcalis que dans les acides, ce qui ne s'observe pas avec la pression osmotique (p. 81). La charge électrique également se montre parfois indépendante de la valence ; ainsi, la chute de potentiel observée entre la gélatine normale et la gélatine ayant fixé l'oxalate est égale à celle entre la gélatine normale et la gélatine ayant fixé le chlorure de sodium ; les courbes des différences de potentiel sont particulièrement différentes, suivant les sels employés ; tandis que celles des phosphates et sulfates font, après une deuxième descente, en dehors du point isoélectrique, une ascension nouvelle, celles des oxalates et des chlorures accusent, après un optimum aux environs de $pH = 2,2$, une descente abrupte, sans ascension nouvelle (p. 122).

L'introduction de quantités équimoléculaires des sels démontre le rôle secondaire de la valence des ions correspondants (fig. 33).

Ces irrégularités, et bien d'autres, sont expliquées par J. Loeb par « les modifications physiques secondaires de la gélatine » ou par « la différence de cohésion des ions dans les gels », suppositions qui n'expliquent naturellement rien. En résumé, *les résultats publiés par Loeb ne s'accordent pas du tout avec les lois stœchiométriques de la Chimie générale* ; ils s'accordent beaucoup plus avec l'hypothèse de composés d'adsorption.

Nous arrivons au point culminant du travail de J. Loeb. En admettant que les électrolytes in-

fluent sur toutes les propriétés colloïdales de la même façon, il était tout naturel de chercher la cause de cette analogie d'action. L'auteur croit l'avoir trouvée dans l'équilibre de Donnan.

Qu'est-ce que l'équilibre de Donnan ? Nous en avons déjà donné une idée ici même [1]. Répétons l'essentiel ; lorsqu'une membrane sépare deux solutions salines, dont un seul ion des électrolytes présents ne peut pas traverser cette membrane, les ions transfusibles se répartissent d'une façon inégale des deux côtés de la membrane. Cette répartition inégale doit produire une chute de potentiel et une différence de la pression osmotique.

Supposons, par exemple, une membrane séparant une solution de NaCl d'une solution d'un sel de soude dont l'anion R n'est pas diffusible (il n'est pas nécessaire que ce soit un colloïde) :

$$\begin{array}{c|c} & M \\ Na^+ & Na^+ \\ R^- & Cl^- \end{array}$$

Dans ce cas, NaCl va diffuser à travers la membrane M et se répartira de la façon suivante :

$$\begin{array}{c|c} & M \\ Na^+ & Na^+ \\ R^- & \\ Cl^- & Cl^- \end{array}$$

et cette répartition doit s'effectuer d'après la formule, déduite des lois de la Thermodynamique :

$$(Na^+)_2\ (Cl^-)_2 \quad = \quad (Na^+)_1\ \ (Cl^-)_1$$

L'équilibre peut avoir lieu seulement lorsque :

$$(Na^+)_1 > (Na^+)_2 \quad \text{et} \quad (Cl^-)_1 < (Cl^-)_2$$

D'après la formule de Nernst, cette distribution inégale des ions doit provoquer une chute de potentiel :

$$\pi_1 - \pi_2 = 58 \log \frac{(Na^+)_2}{(Na^+)_1} \quad \text{ou} = 58 \log \frac{(Cl^-)_1}{(Cl^-)_2}$$

Voici la théorie de Donnan dans ses grandes lignes ; elle comporte des développements en ce qui concerne les cas où plusieurs ions ne sont pas diffusibles. C'est une théorie récente : en 1911, Donnan en jetait les grandes lignes ; en 1914, il signalait que les phénomènes ne se passent pas toujours suivant la théorie ; en 1919, en appliquant cette théorie à l'étude d'autres membranes que le ferrocynanure de cuivre, et notamment à l'alcool amylique, il n'était pas très affirmatif au sujet de la stricte coïncidence des résultats calculés et obtenus.

En ce qui concerne les colloïdes, peut-on appliquer la conception de Donnan à leur étude ? Où est la membrane des colloïdes suspensoïdes ? Peut-on l'appliquer à l'étude des colloïdes émulsoïdes ou des gels ? Loeb, en étudiant uniquement ces derniers, raisonne de la façon suivante :

La micelle colloïdale est ionisée ; c'est un complexe d'ions et de molécules ; lorsqu'un colloïde, tel que la gélatine, est séparé de son liquide intermicellaire par une membrane de collodion, une chute de potentiel s'observe entre les deux côtés de la membrane. La gélatine n'étant pas diffusible à travers les membranes, l'équilibre de Donnan doit alors intervenir ; effectivement les expériences montrent qu'il est possible d'expliquer, par les règles de cet équilibre, l'apparition de la charge électrique ainsi que l'influence des sels neutres et de la concentration en ions H+ sur cette chute de potentiel ; il est alors probable que cet équilibre doit expliquer non seulement la pression osmotique, mais aussi toutes les propriétés physiques des colloïdes, étant donnée la similitude des actions des facteurs différents sur ces propriétés. Ainsi, l'équilibre de Donnan devient le *Deus ex machina* des propriétés fondamentales des colloïdes (p. 285).

L'enchaînement logique de J. Loeb n'est pas correct. Tout d'abord, en ce qui concerne la nature chimique de la micelle, rien jusqu'à présent, nous l'avons vu, n'autorise à l'admettre. Les règles de l'équilibre de Donnan sont en mesure d'expliquer la chute de potentiel, produite par la présence d'une membrane entre un colloïde et un liquide diffusible : mais peuvent-elles s'appliquer lorsque la membrane est absente ?

J. Loeb s'efforce à nous le démontrer. Les résultats, concernant la gélatine, comportent des restrictions (Tab. XVI et XVII, p. 136 et 144), de sorte que l'auteur lui-même est obligé de dire qu'il n'y a pas de concordance quantitative entre les résultats observés et calculés ! Mais, à la rigueur, on peut admettre que l'équilibre de Donnan règle la répartition des ions dans le cas d'une solution de gélatine séparée d'un liquide diffusible par une membrane de collodion. Mais J. Loeb fait un *salto mortale* en appliquant la conception de cet équilibre à la suspension de la gélatine dans l'eau, qu'il considère comme une suspension véritable, en niant le gonflement, tant soit peu minime (qui ne peut pas faire défaut même à une basse température), et en supprimant la membrane.

Voici son raisonnement : ce qui est essentiel dans l'équilibre de Donnan, c'est la *non-diffusibilité d'un ion ; peu importe quelle en est la cause ;* lorsqu'une membrane sépare deux liquides, l'équilibre est réglé par la non-perméabilité ; en l'absence d'une membrane, les forces de cohé-

1. Voir W. Kopaczewski : Les colloïdes et la vie. *Rev. gén. des Sc.* du 30 juin 1922, p. 360.

sion peuvent retenir un ion et l'empêcher de diffuser (p. 152).

L'erreur logique, dans le raisonnement de J. Loeb, consiste dans l'identification d'*être empêché de diffuser* et de *ne pas pouvoir diffuser même en étant libre*. Cela n'est pas indifférent! Des forces multiples peuvent affaiblir les forces de cohésion, rendre la liberté à un ion empêché de diffuser, établir sa diffusion et abolir l'équilibre de Donnan.

L'erreur expérimentale de J. Loeb se traduit par l'assimilation d'une suspension de gélatine en poudre dans l'eau à 15° C. à une suspension de particules solides, comme celles de kaolin, de noir animal, ou d'un électrosol métallique. Nous avons souligné qu'il ne faut pas oublier que la gélatine gonfle à froid. Donc, à la rigueur, les couches externes des particules gonflées de gélatine peuvent être assimilées à une membrane les séparant du milieu liquide. Loeb l'admet bien dans ce cas (p. 279). Voilà d'où viennent, peut-être, quelques analogies entre les chutes de potentiel observées ici et celles qu'on calcule sur la base de l'équilibre de Donnan. Ces analogies sont bien peu rigoureuses et J. Loeb ne se les explique pas bien (p. 254, tab. 24, 25 et 30). Mais tout cela n'a rien à voir avec des suspensions, ni avec les colloïdes dont la phase dispersée est insoluble. Dans ce cas, l'équilibre de Donnan n'est manifestement pas applicable; il ne peut pas expliquer la charge électrique de ces colloïdes, tout comme il n'éclaircit pas l'apparition d'un transport de l'eau, cheminant dans les tubes capillaires sous l'influence du courant électrique. C'est pourquoi l'équilibre de Donnan ne peut pas expliquer de nombreux faits constatés par Loeb, tels que l'apparition d'une charge électrique positive sous l'influence des anions trivalents et d'une charge négative sous l'influence des anions tétravalents (p. 164-5), et force lui est de recourir à l'hypothèse toute nouvelle d'une « combinaison labile entre la gélatine et ces ions».

En résumé, en admettant l'équilibre de Donnan comme établi définitivement et dans tous les détails, en admettant l'explication, par son intervention, de l'apparition d'une différence de potentiel entre un colloïde et un liquide diffusible séparés par une membrane, en admettant même, à la rigueur, l'application des règles de cet équilibre à des particules colloïdales gonflables, et en y voyant une des raisons de la charge électrique de ces particules, il est, *a priori*, illogique d'y assimiler les suspensions et les colloïdes dont les phases dispersées sont insolubles, et, expérimentalement, aucun fait à l'appui de cette conception n'est cité.

De ces expériences, une seule conclusion est admissible : *L'équilibre de Donnan intervient dans l'apparition d'une chute de potentiel entre deux liquides séparés par une membrane qui constitue une barrière imperméable pour l'un d'eux; il semble également jouer un rôle dans l'existence d'une charge des particules solides gonflées.*

Arrivé ainsi au point culminant, J. Loeb fait machine arrière et, appliquant la notion de l'équilibre de Donnan à l'explication de l'osmose, de la viscosité, du gonflement et de l'action des sels neutres sur la stabilité des colloïdes, il tire la conclusion que l'équilibre de Donnan règle, en effet, toutes ces propriétés.

Nous serons très brefs : tout ce qui a été dit des méthodes employées par l'auteur, notamment au sujet de la pression osmotique, de la viscosité, de la floculation, etc., nous permet de retirer sur ce point toute rigueur à son expérimentation. Et, malgré tout, les résultats obtenus sont absolument insuffisants.

D'après Loeb lui-même, le gonflement ne se laisse subordonner ni aux forces d'équilibre de Donnan, ni aux forces de l'osmose, comme le voulaient Procter et Wilson; il est déterminé par « des forces qui doivent être différentes de celles-ci » (p. 194).

L'influence de l'ion H+, de la valence ionique, de la concentration en sels et de la viscosité des colloïdes étudiés est, « *en réalité, l'influence des électrolytes sur le gonflement des particules solides submicroniques, des protéines contenues dans la solution* » (p. 231). Comme ce gonflement, ajoutons-le, n'a rien à voir avec l'équilibre de Donnan, d'après J. Loeb lui-même, voilà encore la viscosité qui est hors de cause.

La floculation des protéines étudiées (coagulation chez Loeb) n'accuse aucune connexion avec l'équilibre de Donnan; « *des forces de valence secondaire doivent y jouer un rôle* » (p. 264). Mais cela ne semble pas trop embarrasser J. Loeb, et alors il nous déclare que les problèmes de la formation des gels ou précipitation (disons coagulation ou floculation) *ne sont point des problèmes colloïdaux; ils constituent une partie d'un problème plus général de la solubilité* (p. 284). Donc il ne nous reste, d'après J. Loeb, que deux propriétés caractérisant l'état colloïdal : la pression osmotique et la viscosité, justement celles qu'on est enclin à considérer comme n'ayant rien de commun avec l'état colloïdal proprement dit! Peu de savants familiarisés avec les colloïdes suivront J. Loeb dans ces affirmations.

***

Le travail expérimental de J. Loeb n'autorise donc que deux conclusions ; *les propriétés physiques des colloïdes émulsoïdes dépendent de la concentration en ions hydrogène ; parmi ces propriétés, celle de la charge électrique des micelles permet d'entrevoir l'importance de l'équilibre de Donnan dans son apparition.*

Ces deux conclusions sont d'une importance capitale ; il n'est plus permis de les ignorer. Le mérite d'avoir attiré l'attention sur elles et de les avoir établies revient à M. Sörensen et à J. Loeb. Ces deux conclusions, à elles seules, rendent le travail de Sörensen et celui de J. Loeb classiques.

Mais le reste n'est, pour nous, que de la littérature : le désir de subordonner l'état colloïdal à la Chimie pure. Ce reste comporte une conclusion additionnelle : en l'absence de méthodes bien exactes, en ignorant la constitution chimique des matières premières, il est prématuré de vouloir tout expliquer par des théories unilatérales, généralisées. Et, si l'on veut une hypothèse de travail, on la trouve chez tous les auteurs et chez Loeb également ; elle est toujours la même : *l'état colloïdal est un état intermédiaire entre l'état des suspensions solides, régi par les lois physiques, et l'état des solutions vraies, réglé par les réactions chimiques ;* la même substance peut, suivant les conditions, être soit à l'état colloïdal (les savons dans H^2O, NaCl dans la benzine), soit à l'état soluble (NaCl dans l'eau, les savons dans les alcools).

Les lois réglant les phénomènes colloïdaux ne peuvent donc être ni exclusivement des lois physiques pures, ni uniquement des règles chimiques classiques. A l'état intermédiaire doivent correspondre des propriétés intermédiaires et des lois intermédiaires.

Le degré de dispersion est l'arbitre de ces propriétés et de ces lois : plus la substance est dispersée, plus elle s'approchera de l'état des solutions, plus ses propriétés seront voisines des propriétés chimiques ; à la dispersion faible reviendra la prépondérance des lois physiques. C'est pourquoi, suivant les degrés de dispersion des substances expérimentées, on se trouve en présence tantôt des règles chimiques, tantôt des lois physiques, et, ayant dans l'esprit cette importance du degré de dispersion, on se gardera bien de généraliser et de bâtir des théories chimiques ou physiques, toujours unilatérales, et ne contenant qu'une partie de la vérité, qui, elle, est au milieu.

W. Kopaczewski.

A PROPOS DE L'HISTOIRE DE LA NOMOGRAPHIE

« Vous pouvez être très convaincu que votre rôle prépondérant en nomographie ne sera pas méconnu. » (Extrait d'une lettre adressée par M. Soreau à M. d'Ocagne, le 14 novembre 1906 [1].)

Je m'excuse auprès des lecteurs de la Revue d'avoir à revenir sur un sujet dont, en ces derniers temps, il ne leur a sans doute été que trop parlé; mais je ne puis me résigner à laisser un article, écrit « pour servir à l'histoire de la nomographie [2] », risquer de la fausser très sensiblement.

***

Je n'ai pas l'intention de poursuivre avec M. Soreau une discussion portant sur des points de doctrine nomographique, où j'aurais pourtant bien des choses à dire, mais qui risquerait de manquer d'intérêt pour la majorité des lecteurs de la Revue. M. Soreau ne trouve pas dépourvus d'avantages les abaques dont l'emploi comporte des tâtonnements, alors que le propre des méthodes nomographiques doit être précisément de fournir des résultats immédiats par simple lecture; il estime que le fait de rencontrer un premier exemple d'utilisation de points à trois cotes équivaut à une invention, alors que la notion générale des points à un nombre quelconque de cotes est acquise depuis longtemps; il tient à établir une distinction entre les points critiques et les points qu'il appelle nodaux qui ne sont, rigoureusement parlant, qu'une seule et même chose; et, en revanche, il ne veut voir aucune différence entre la notion d'ordre nomographique qui s'applique aux équations à représenter et celle de genre nomographique qui a trait à la structure des nomogrammes. Je pourrais, je le répète, entrer dans des considérations détaillées sur ces divers points; je préfère m'en abstenir, quitte, si besoin est, à y revenir ailleurs. Mais il est d'autres points de l'article de M. Soreau que je ne crois pas pouvoir laisser sans réponse.

***

Un de ces points doit tout d'abord être mis en relief. M. Soreau reproduit (p. 518, 2e col.), comme écrite par Joseph Bertrand, et en la mettant entre guillemets, donc en la donnant comme textuelle, la phrase que voici : « La méthode de M. Lallemand a été l'*origine* [1] des généralisations et des développements de toutes sortes donnés depuis au problème de la représentation graphique des relations à plusieurs variables. »

Quelque vénération que je professe pour l'illustre maître par qui mes débuts dans la science ont été si particulièrement encouragés, je me verrais forcé, s'il avait écrit cette phrase, — *amicus Plato...*, comme dirait M. Soreau, — de déclarer qu'elle exprime un fait absolument inexact; mais **Joseph Bertrand ne l'a pas écrite.**

Si, en effet, on se reporte à la source indiquée (*Journal des savants*, avril 1895), on constate que cette phrase ne s'y trouve pas, et qu'en revanche, après avoir parlé en termes élogieux de l'application faite par M. Lallemand de sa méthode des abaques hexagonaux aux calculs que requièrent les nivellements de haute précision, Joseph Bertrand ajoute (*loc. cit.*, p. 212) : « Cette élégante méthode a été développée, généralisée [2] et rendue accessible à tous par les travaux justement remarqués de M. d'Ocagne. M. Lallemand, comme le savant ingénieur l'a déclaré, en est le premier inventeur (*Il ne s'agit, en effet, ici que de la méthode des abaques hexagonaux*) [3]. Les travaux de Léon Lalanne, il serait

1. Il va sans dire que la correspondance de M. Soreau n'est pas la seule qui soit restée entre mes mains. J'ai, en réalité, intégralement conservé toutes les lettres de caractère mathématique qui m'ont été adressées depuis le début de ma carrière scientifique, remontant maintenant à quarante ans. Ces lettres, classées méthodiquement dans une série de cartons — dont huit exclusivement affectés à la nomographie — resteront après moi, avec l'abondante documentation qu'il m'a été donné de réunir sur divers sujets dont je me suis particulièrement occupé, à la disposition de quiconque voudra les consulter. S'il se trouve, dans l'avenir, quelque curieux de l'histoire de la nomographie, il aura là, sous la main, toutes les sources d'informations qui pourront lui être utiles.

2. *Revue générale des Sciences*, n° du 15-30 septembre 1922, p. 518. C'est en raison de la courte citation qui, dans mon article du 30 avril 1922 (renvoi final du § V), le concerne tout à fait accessoirement, que M. Soreau s'est cru en droit de faire insérer dans la *Revue* la longue réplique qu'on a lue. Mais on voudra bien remarquer que celle-ci s'attache à une foule de points qui n'ont rien à voir avec le sujet traité dans l'article du 30 avril; c'est pourquoi, à mon tour, je me crois fondé à présenter, sur ces points strictement délimités, les observations ici consignées. Ne voulant pas abuser de l'hospitalité de la *Revue*, je me propose d'en rester là, quitte, si M. Soreau m'y obligeait, à préciser mes dires dans une autre publication qui serait simplement signalée aux lecteurs de la *Revue*.

1. C'est, bien entendu, par M. Soreau, non par moi, que ce mot a été souligné.

2. Il y a lieu de s'entendre. J'ai fait voir, il est vrai, que les abaques hexagonaux ne doivent être regardés que comme un cas très particulier des abaques généraux à lignes concourantes; mais il va sans dire que le principe sur lequel ceux-ci reposent n'est, en aucune manière, une généralisation du principe d'addition graphique d'où M. Lallemand a tiré les abaques hexagonaux.

3. Ici, comme dans la suite, les incidentes, mises entre parenthèses et soulignées, ont été ajoutées par moi pour éclairer le texte.

injuste de l'oublier, avaient depuis longtemps ouvert la voie (*en effet encore, car, dans le cas de trois variables, les abaques hexagonaux ne diffèrent que par leur disposition matérielle des abaques de Lalanne à trois systèmes de droites parallèles*). »

D'un texte à l'autre, il y a tout de même plus qu'une simple nuance, et, en rédigeant celui qu'il a signé, Joseph Bertrand ne s'est pas laissé aller à commettre l'erreur manifeste qu'implique celui qui lui est attribué par M. Soreau, savoir que *toutes* les solutions connues du problème de la représentation graphique des relations à plus de trois variables (notamment, par conséquent, celle qui repose sur l'emploi des points alignés à deux cotes) auraient leur origine commune dans les abaques hexagonaux.

Inutile d'ajouter à cela aucun autre commentaire.

***

Voulant mettre à néant les conséquences à tirer de l'observation, pourtant rigoureusement objective, que j'ai été amené à faire touchant l'extraordinaire abondance d'applications qui ont été réalisées de la méthode des points alignés à toutes les branches de la technique par une foule de spécialistes agissant spontanément, alors qu'il n'a, que je sache, été fait usage des abaques hexagonaux que dans le seul service du Nivellement général, que dirige M. Lallemand, M. Soreau a recours à des arguments de plusieurs sortes :

D'abord, « si les abaques à points alignés figurent en plus grand nombre dans les Traités, c'est simplement parce qu'ils donnent lieu à une discussion plus étendue ». Je ne pense pas qu'une telle considération ait même effleuré l'esprit de ces très nombreux techniciens dont je viens de parler, qui ont construit leurs nomogrammes non pour illustrer des Traités, mais pour faciliter leur besogne.

Puis, c'est que « M. Lallemand a négligé de répandre sa méthode », tout simplement. Eh bien, n'en déplaise à M. Soreau, tout, absolument tout ce qu'il est nécessaire de savoir pour appliquer couramment la méthode des abaques hexagonaux, aussi bien que celle des points alignés, se trouve dans mon grand Traité, et à partir du moment où a paru la première édition de cet ouvrage, M. Lallemand n'a eu besoin de rien publier lui-même [1] pour que sa méthode obtienne exactement le même degré de diffusion que celle des points alignés.

Cette observation peut, au reste, s'étendre à toutes les autres méthodes particulières décrites dans ce Traité qui — on l'a constaté en de nombreux écrits — a donné son plein essor à l'usage des méthodes nomographiques dans la pratique journalière des techniciens, et, si, parmi toutes ces méthodes, c'est incomparablement celle des points alignés qui est la plus employée, il n'en faut pas chercher la raison ailleurs que dans la supériorité, maintes fois proclamée — en particulier par M. Soreau, — qu'elle offre au point de vue des applications.

***

Sans contester que j'aie été le premier à faire intervenir les principes de dualité et d'homographie dans le domaine des représentations graphiques, M. Soreau a trouvé le moyen de formuler sur ce point, à mon actif, un grief vraiment bien inattendu, celui d'avoir omis d'évoquer à ce propos le nom de Chasles ! Voilà de quoi faire réfléchir les mathématiciens de profession qui, depuis bien longtemps déjà, ont jugé superflu, quand ils font appel à des notions aussi universellement classiques, de rappeler le nom de leur inventeur, qui y est, en quelque sorte, tacitement inclus. Agir autrement leur paraîtrait aussi étrange que s'il leur fallait rappeler le nom de Descartes quand ils ont à se servir de coordonnées rectangulaires, ou celui de Monge quand ils ont recours à une projection orthogonale. On voit que M. Soreau ne touche aux mathématiques qu'en amateur.

***

Je ne m'étonne pas, étant données les dispositions actuelles de M. Soreau, de voir renaître sous sa plume la thèse en vertu de laquelle il conviendrait d'aller chercher la source des points alignés à une cote dans la table de multiplication graphique proposée en 1841, par Mœbius, à titre d'interprétation du théorème de Ménélaüs, et celle des points alignés à deux cotes, dans une table graphique dressée en 1869, eu égard à des considérations très particulières, par deux ingénieurs autrichiens, MM. Ganguillet et Kutter, en vue d'un certain problème d'hydraulique.

1. J'avais été vivement frappé, à l'origine, des services rendus au Nivellement général par les abaques hexagonaux, et je n'ai rien à retrancher de tout ce que j'en ai dit dans le passage rapporté par M. Soreau. Je croyais alors, il est vrai, la méthode appelée à un plus grand avenir que l'événement ne l'a révélé, et j'engageais vivement M. Lallemand à en donner un exposé complet. C'est précisément parce qu'il n'a pas eu le temps de le faire que, d'accord, au reste, avec lui, j'ai donné un tel exposé dans mon Traité.

Ainsi que j'ai déjà eu l'occasion de le faire remarquer, cette manière de voir est tout aussi fondée que celle qui consisterait à faire remonter l'origine de l'anamorphose de Lalanne à la projection de Mercator, qui peut bel et bien en être regardée *a posteriori* comme une application, celle des abaques hexagonaux, à l'abaque avec transparent orienté à trois index concourants, proposé en 1881, dans les *Annales des Ponts et Chaussées*, par M. Blum, pour le calcul des profils de déblai et remblai, celle des échel les binaires (dont l'emploi systématique dans les abaques hexagonaux est, d'après M. Lallemand, dû à M. Prévost) aux tables graphiques de M. Crépin données, en cette même année 1881, dans les mêmes *Annales*, pour le desséchement des pays watringués, et qui comportent véritablement de telle échelles, etc.

Je rappellerai d'ailleurs que l'opinion que M. Soreau tente de faire prévaloir sur ce point, après s'être esquissée dans l'*Encyklopadie der mathematischen Wissenschaften*, s'est trouvée corrigée dans la version française de cet ouvrage, publiée pourtant sous le contrôle très effectif et très attentif des délégués des Académies des Sciences de Gœttingue, Leipzig, Munich et Vienne. Il me semble que ce fait aurait dû modérer quelque peu le zèle déployé par M. Soreau en faveur des auteurs allemands Moebius, Ganguillet et Kutter!

***

M. Soreau tient à rappeler — ce qui peut paraître superflu, attendu que, dans mon Traité, toutes précisions sont très explicitement données à cet égard — que la détermination des caractères différentiels des équations réductibles aux formes canoniques correspondant aux nomogrammes à points alignés des différents genres, est due à divers mathématiciens autres que moi. Je ne me suis certes pas fait faute d'attirer l'attention de mes lecteurs sur ces remarquables travaux; mais ce sont là de pures recherches d'analyse qui, bien que nées à l'occasion de la nomographie, ne servent, en réalité, à rien pour les applications courantes de cette doctrine. Les équations que l'on rencontre dans la pratique s'offrent toujours sous une forme qui, moyennant, le cas échéant, l'emploi du procédé ordinaire de disjonction partout suivi dans mes ouvrages, se ramènent immédiatement à l'un des types canoniques voulus. Ces élégantes théories analytiques restent donc, en fait, absolument en dehors de ce qui constitue le fond de la méthode des points alignés telle que je l'ai intégralement constituée en vue des besoins de la technique [1].

***

M. Soreau semble me soupçonner d'avoir voulu donner le change sur la véritable nature de ma théorie générale en cherchant, au moins au début, à dissimuler son caractère purement morphologique.

Son observation est d'autant plus faite pour étonner que, dès la première édition de mon Traité, où j'ai d'abord introduit cette théorie avec le sous-titre : *Etude générale des abaques au point de vue de leur structure*, j'ai eu soin d'ajouter en définissant son but (*loc. cit.*, p. 391) : « Une telle étude peut, par une extension de mot toute naturelle, être qualifiée de *morphologique*. » Et le mot est souligné dans le texte. Il me semble que cela est suffisamment explicite et j'avoue ne pas comprendre ce que je pourrais avoir à me reprocher à ce sujet.

M. Soreau témoigne, en outre, qu'à ses yeux cette théorie est sans intérêt; cela est affaire à lui, et je n'ai pas à le discuter.

***

Mais l'une des allégations de M. Soreau qui étonneront sans doute le plus tous ceux qui se sont engagés après moi dans la voie des recherches nomographiques, c'est celle qui tend à me représenter comme m'arrogeant une sorte de droit régalien de contrôle et de critique sur tout ce qui peut se produire dans le champ de la nomographie! Il me suffirait, pour faire éclater, aux yeux de tous, à quel point mon rôle ainsi présenté se trouve défiguré, de donner une suite d'extraits de la volumineuse correspondance dont j'ai parlé au début de cet article; on y trouverait vingt preuves pour une — je ne crains de recevoir aucun démenti à ce sujet — que, depuis que je me suis affirmé comme spécialiste de ce

1. M. Soreau semble oublier, quand il me reproche l'adoption du terme, plus correct au point de vue étymologique, de « nomogramme » à la place de celui d' « abaque », que c'est bel et bien moi qui, le premier, d'abord dans ma brochure de 1891, puis dans mon Traité de 1899, ai étendu ce terme d'abaque à toute espèce de table graphique cotée, alors qu'il n'avait été appliqué par Lalanne, son premier inventeur en cette acception particulière, qu'aux seules tables à trois systèmes de droites parallèles (dont les abaques hexagonaux, dans le cas de trois variables, n'offrent qu'une disposition particulière), et cela, comme je le tiens de la bouche même de Lalanne, en raison de l'aspect de damier (ἄβαξ) de ces tables. Après m'en être longtemps servi pour désigner toute espèce de table cotée (usage auquel M. Soreau, et il n'est pas le seul, préfère, pour sa part, continuer à se conformer), je me suis rallié à l'avis que, pour celles qui n'ont plus rien de l'aspect d'un damier (points alignés; règles à calcul; ...) le terme de nomogramme était préférable. Mais cette réforme, c'est, on le voit, par rapport à un usage introduit par moi-même que je l'ai opérée.

genre d'étude [1], je n'ai jamais cessé d'accueillir avec l'intérêt le plus marqué et d'essayer de faire valoir autant qu'il était en mon pouvoir toutes les contributions au nouveau corps de doctrine ou à ses applications, qui venaient à ma connaissance et sur lesquelles même, le plus souvent, leurs auteurs me consultaient expressément.

M. Soreau lui-même serait-il fondé à se plaindre de moi à ce sujet? Que l'on se reporte aux index des ouvrages que j'ai publiés depuis qu'il a lui-même abordé les études nomographiques; on pourra juger par le nombre des citations que je fais de ses propres travaux que je n'ai pas eu la moindre velléité, et bien au contraire, de chercher à les laisser dans l'ombre. Au reste, sa correspondance, que je viens de relire, est bien loin de donner l'impression qu'il ait eu à pâtir d'un parti pris quelconque de ma critique à son égard.

M'annonçant, dans une lettre du 23 novembre 1900, qu'il se propose de me soumettre les épreuves d'une note qu'il prépare [2] « note, me dit-il, qui est surtout votre œuvre », il ajoute que je dois y voir « un hommage mérité aux recherches qui ont permis d'édifier la théorie de la nomographie, recherches parmi lesquelles les vôtres sont au premier rang ». Et lorsqu'il me fait parvenir ces épreuves, il me dit, dans sa lettre du 7 octobre 1901 : « Je vous serais obligé de me communiquer le plus tôt possible vos observations *que je recevrai avec plaisir* [1]. » Dira-t-il que c'est moi qui lui ai imposé mon contrôle ? Enfin, lorsque, à la suite de la publication de ce travail, j'en parle dans les termes les plus favorables, en un article du *Bulletin des Sciences mathématiques* (1902, p. 67), il m'écrit, le 5 juin 1902 : « Je vous suis très reconnaissant des éloges que vous m'avez décernés...; ils ont pour moi d'autant plus de prix que *vous êtes la compétence même en la matière.* »

Au reste, lorsque M. Soreau se trouve en contestation avec un autre auteur sur une question de priorité, c'est encore à mon arbitrage qu'il a recours, comme en fait foi sa lettre du 12 novembre 1906 où il me dit : « Nous ne pouvons avoir de meilleur juge en ce petit différend. »

Quantum mutatus..., m'écrierai-je à mon tour, afin de restituer à M. Soreau chacune de ses citations latines ; pour celle-ci, je laisse au lecteur le soin de décider, d'après ce qui précède, de quel côté elle s'applique avec le plus de justesse.

M. d'Ocagne,

de l'Académie des Sciences.

1. M. Soreau, au début de son article, ironise à propos de mon « existence consacrée à la science des abaques », science qui n'a été, pour lui, comme pour M. Lallemand, qu'un simple accessoire. Je n'ai certes pas à me défendre de m'être appliqué avec plus de suite que qui que ce soit à ce genre d'étude ; mais M. Soreau me permettra bien de lui faire observer que mon activité scientifique s'est encore portée sur quelques autres objets que visent notamment les travaux géométriques qui m'ont valu ma chaire de l'Ecole Polytechnique, et qui, d'ailleurs, sont venus se fondre en partie dans mon *Cours de Géométrie pure et appliquée*, ceux aussi que j'ai produits en diverses parties de l'algèbre supérieure, du calcul des probabilités, de la géodésie, du calcul graphique (nomographie mise à part), ceux enfin, qui m'ont permis d'instituer pour la première fois une description générale cohérente de tous les types de machines à calculer classés rationnellement

2. Il s'agit du travail intitulé *Contribution à la théorie et aux applications de la nomographie*, qui a paru en 1901 dans les *Mémoires de la Société des Ingénieurs civils*, et qui a marqué le début de M Soreau dans la carrière nomographique. Comme j'ai dû, tout en louant cette *Contribution* pour les parties neuves et intéressantes qu'elle contenait, faire quelques réserves au sujet d'autres parties qui (à l'insu de leur auteur, je ne voulais pas le mettre en doute) ne faisaient, quoique présentées comme inédites, que répéter des choses déjà connues, M. Soreau n'a fait nulle difficulté de reconnaître l'exactitude de mes observations à ce sujet. Il y est même revenu assez longtemps après en m'écrivant le 14 novembre 1906 : « Six mois avant ma communication à la Société des Ingénieurs civils, j'ignorais jusqu'au nom de la nomographie. De cette rapidité il est forcément résulté que mon opuscule était assez négligé au point de vue érudition, et, à cet égard, j'ai pu encourir les reproches que vous avez formulés... « Reproches » « est d'ailleurs un mot trop fort ; « observations » eût à mon avis mieux convenu.

1. Il va sans dire qu'ici, comme dans la citation suivante, c'est moi qui souligne.

BIBLIOGRAPHIE

ANALYSES ET INDEX

1° Sciences mathématiques

Doublet (E.). — **Histoire de l'Astronomie.** — 1 *vol. in*-18 *jésus, de* xx-567 *pages, de l'*Encyclopédie scientifique du Dr Toulouse (*Prix cart. : 17 fr.*). *G. Doin, éditeur, Paris*, 1922.

« L'histoire de l'Astronomie est une partie essentielle de l'histoire de l'esprit humain. Cette science imposante par la grandeur de son objet, curieuse par ses moyens de recherche, étonnante par le nombre et l'espèce de ses découvertes, est peut-être la mesure de l'intelligence de l'homme et la preuve de ce qu'il peut faire avec du temps et du génie. » Tracer un tableau historique des développements de l'Astronomie est donc une tâche humaine des plus difficiles à réaliser, et ne peuvent y prétendre que ceux auxquels les circonstances ont accordé des moyens particuliers. M. Doublet, collaborateur de P. Duhem et bien connu, depuis longtemps, par ses nombreuses notices biographiques, était tout qualifié pour écrire l'Histoire de l'Astronomie dans l'*Encyclopédie scientifique* qu'édite avec tant de soins la Librairie Doin, de Paris.

L'ouvrage s'ouvre par le rappel des principaux historiens de l'Astronomie : Weidler, Bailly, Lalande, Delambre,... P. Tannery, P. Duhem. M. Doublet entraîne ainsi immédiatement son lecteur qui peut aisément confronter les opinions, les méthodes et apprécier les développements de la science historique appliquée à l'Astronomie. Ce préambule établi, pour donner à son exposé la continuité et la logique nécessaires, M. Doublet examine brièvement l'Astronomie chez les peuples n'appartenant pas au monde classique, Chinois, Hindous..., puis dans le monde classique, Egyptiens, Chaldéens, Phéniciens, Juifs, et arrive à l'Astronomie grecque dont les idées fondamentales sur l'Univers, sur le Calendrier, les Marées régneront jusqu'à l'avènement de l'Astronomie latine au Moyen Age. Celui-ci avec ses critiques et ses discussions passionnées aboutira à la Renaissance, c'est-à-dire « à l'une des époques où l'esprit humain fait le plus de progrès, où il marche, peut-on dire, à pas de géant ». Alors que l'imprimerie de Gutenberg fait connaître les trésors de la science grecque, les esprits s'habituent à la discussion des idées, de toutes les idées scientifiques ou religieuses. C'est la Réforme, ce sont les guerres de religion. « Il semble, au premier abord, qu'au milieu de tels événements, l'humanité ait dû rétrograder et retourner à la barbarie. Il n'en est rien. On lutte partout avec un acharnement sans égal, les batailles, les massacres, les meurtres individuels, les destructions de monuments, d'objets d'art, de bibliothèques n'empêchent pas cette époque de compter parmi les plus fécondes de toute l'histoire en écrivains, en artistes qui n'ont pas été surpassés, ni même égalés, en érudits et en hommes prodigieusement versés dans toutes les branches du savoir humain. » Christophe Colomb, par la découverte de l'Amérique, couronne l'œuvre des voyageurs ses prédécesseurs; le globe terrestre apparaît sous sa vraie forme aux yeux de l'humanité pendant que Galilée, Copernic, Képler, Newton font jaillir la lumière sur les mystérieuses lois de l'Univers. La Terre cesse d'être le centre du Monde, elle se rapetisse, mais l'intelligence humaine s'élève. M. Doublet nous montre ensuite comment les successeurs de Newton, Euler, Clairaut..., Lagrange, Laplace confirment les vues géniales des fondateurs de l'Astronomie moderne. Le tableau de l'Astronomie française, au XIXe siècle, l'œuvre des successeurs d'Arago, sont présentés avec une verve saisissante et l'on éprouve le regret que l'auteur, si parfaitement documenté, ne nous confie pas aujourd'hui tout ce qu'il sait et sur les théories astronomiques et sur les astronomes.

Entre l'œuvre monumentale, inachevée, de Duhem et un exposé succinct de l'Histoire de l'Astronomie, il y a place pour cette dernière, plus longuement développée d'après nos connaissances acquises. Nous souhaitons donc à M. Doublet et à ses éditeurs avertis une 2e édition augmentée, enrichie de tous documents et faits si bien en possession de l'auteur. Dans la crise intellectuelle où nous nous débattons, cette histoire sera le flambeau qui nous guidera vers de nouvelles découvertes, en même temps qu'elle nous protégera contre nos propres défaillances. N'est-ce pas au milieu des périodes les plus angoissées que les plus grandes découvertes sont venues réconforter l'humanité et lui tracer sa voie vers des buts toujours plus élevés ?

Un index bibliographique très soigné, avec l'ensemble des noms qui ont marqué en Astronomie, complète ce volume et le rend indispensable à tous les amis de la Science.

A. Lebeuf,
Correspondant de l'Institut, Directeur de l'Observatoire de Besançon.

Harrington-Hudson (R.-J.). — **Reinforced Concrete.** A Practical Handbook for use in design and construction (Traité sur le béton armé). — 1 *vol. in*-8° *de* xxiv-318 *p. avec* 131 *fig. et* 19 *pl.* (*Prix cart. :* 16 *sh.*). *Chapman and Hall, éditeurs, Londres*, 1922.

La circulaire ministérielle du 20 octobre 1906 sur l'emploi du béton armé a provoqué en France l'apparition d'un nombre considérable d'ouvrages sur ce nouveau matériau, dont plusieurs ont déjà été analysés ici.

En effet, cette circulaire ne constituait pas une méthode de calcul du béton armé susceptible d'être utilisée dans les bureaux d'étude. C'était seulement l'exposition, pour l'uniformisation, des principes officiels de vérification des projets par l'Administration.

Toutefois, elle offrait des bases et suggérait une méthode : elle eut donc pour conséquence de provoquer la recherche des moyens rationnels et pratiques d'employer le béton et d'établir les projets devant être

a posteriori soumis à la vérifictaion d'après les principes qu'elle avait posés.

Ces moyens pratiques sont nombreux, quoique ne différant pas essentiellement les uns des autres, comme le montrent les diverses publications que nous venons de signaler, parce que toutes se sont inspirées à la même source.

Le public français intéressé ne sera donc pas fâché de connaître la façon dont le problème est résolu à l'étranger et de pouvoir même profiter des plus récents progrès qui y ont été apportés.

Le formulaire que nous présentons le satisfera à cet égard pleinement. Il a pour objet d'expliquer simplement la théorie du béton armé, de fournir des tables numériques, des graphiques, des informations variées qui ont la plus grande valeur pour dresser les projets, les exécuter sûrement et économiquement.

Disons tout de suite cependant que bien peu de lecteurs français pourront profiter des richesses que renferme ce livre documenté. Les difficultés de traduction des termes techniques, jointes à celles provenant de la réduction des unités de mesure, rebuteront beaucoup, d'autant qu'encore le lecteur devra se mettre préalablement au courant de la nouvelle notation standard du « Concrete Institute » utilisée dans le livre et qu'il trouvera d'ailleurs résumée aux pages 213-229. Ces remarques, qui ne peuvent être considérées comme des critiques, font vivement souhaiter, en raison de l'intérêt de l'ouvrage, que celui-ci ait prochainement une édition en langue française.

L'ouvrage est divisé en trois parties.

Dans la première sont étudiés les matériaux entrant dans la composition du béton, la préparation de celui-ci, la façon ensuite de le mettre en œuvre, les coffrages, les armatures. Nous signalerons spécialement au chapitre IV la manière d'agir pour déterminer dans chaque cas le temps minimum de décoffrage.

La deuxième partie débute au chapitre V par la discussion du coefficient de sécurité. On y trouvera un argument en faveur de l'élévation du taux de travail quand les efforts secondaires dans la construction ont été calculés comme il sera montré plus loin. Le chapitre passe alors à l'étude des poutres, dalles et piliers. L'attention sera attirée par les tables numériques relatives aux dalles (table XIII), aux poutres en T (table XVI) et aux piliers (table XVIII) dont l'usage est indiqué au chapitre X.

La troisième partie renferme la discussion des efforts secondaires dans les constructions monolithiques, leur recherche mathématique étant reportée dans les appendices. Au chapitre XII l'auteur a introduit une méthode que nous croyons nouvelle pour analyser les efforts dans les piliers qui ont une si grande importance pour l'ingénieur. Pour en faciliter l'application, des nomogrammes à points alignés et des diagrammes sont d'ailleurs donnés. La question d'économie est importante dans l'étude des constructions et demande pour être traitée l'emploi de méthodes exactes, les méthodes approximatives étant trompeuses dans beaucoup de cas. L'appendice III sera à ce sujet utilement consulté.

Les renseignements pratiques de toutes sortes que renferme l'ouvrage sont abondants, les tables, graphiques sont multipliés, les notes nombreuses, telles que celle sur la résistance du mortier et du béton de ciment de M. G. Lloyd, celle sur le règlement du béton armé du « London County Council », celle concernant les spécifications relatives au ciment de Portland du « Bureau of Standards » de Washington.

L'abondance de la documentation fait de ce volume une encyclopédie du béton armé et explique le vœu que nous avons formé de la voir publier en français.

L. Potin.

2° Sciences physiques

Kling (André). — **Méthodes actuelles d'expertises employées au Laboratoire municipal de Paris.** *Tome* IV : **Produits végétaux et dérivés.** 1 *vol. in-8° de* 464 *pages avec* 80 *fig. et* 2 *planches en noir* (*Prix :* 39 *fr.*). *Tome* V : **Eaux et Air.** 1 *vol. de* 181 *pages avec* 16 *fig.* (*Prix* : 14 *fr.*). *Dunod, éditeur,* 47 *et* 49, *quai des Grands-Augustins, Paris,* 1922.

Les lecteurs n'auront pas attendu longtemps la suite de l'important ouvrage de M. Kling et de ses collaborateurs du Laboratoire municipal de Paris sur les méthodes actuelles d'expertises employées à ce laboratoire, car le tome IV, qui comprend les produits végétaux et leurs dérivés, et le tome V, relatif aux eaux et à l'air, suivent de près les parties déjà publiées et que nous avons déjà analysées ici.

Dans le tome IV, M. G. Le Gall du Tertre a rédigé, avec une réelle compétence, le chapitre relatif aux céréales, légumineuses, fécules, farines, pain, pâtes alimentaires et pâtisseries.

Illustré par une vingtaine de figures, l'examen microscopique des éléments anatomiques du blé et de ses constituants, des autres céréales et des légumineuses, de la fécule de pomme de terre et des fécules et amidons exotiques, occupe une place de premier plan dans cette monographie.

Les farines y sont, ensuite, étudiées au point de vue de leurs caractères organoleptiques, de leurs altérations par les insectes et les moisissures, de leurs falsifications par les farines étrangères et les substances minérales, enfin de leur analyse.

L'auteur insiste beaucoup et avec raison sur le grand intérêt de la détermination de l'acidité dans l'appréciation des farines et il propose, dans ce but, un nouvel indicateur : mélange de pyrocatéchine et de chlorure ferrique neutre, dont il est à regretter que le titre ne soit fixé que par la désignation un peu vague de teinte jaune pâle et qu'on pourrait peut-être avantageusement remplacer, et pour la neutralité et pour le titrage facile, par l'alun de fer. La teinte de l'indicateur, jaune clair en milieu acide, devient bleu violacé dès qu'on approche de la saturation et passe au rouge franc fixe dès qu'elle est atteinte ou dépassée.

Enfin, l'analyse du pain, des pâtes alimentaires et des pâtisseries clôt le chapitre.

A la plume autorisée de M. V. Génin, chef des Travaux de Chimie analytique au Laboratoire municipal, sont dus les chapitres II, sur le cacao et le chocolat, III

sur le café et la chicorée, IV sur le thé et V sur les épices et les aromates.

Dans ce dernier, sont particulièrement examinés le girofle, la vanille, le poivre, le piment des jardins, la moutarde, la muscade, le macis et enfin les cannelles.

Suit un appendice comprenant les méthodes officielles pour l'examen des épices, ainsi que les définitions et les vœux adoptés en assemblée générale par le 2e Congrès international pour la répression des fraudes.

L'importance de l'examen microscopique des matières alimentaires nécessite, pour qui veut se livrer à ces sortes de recherches, des connaissances qui débordent ce point, en apparence limité, de la micrographie.

C'est ce qui a certainement incité M. Kling à demander, au micrographe averti qu'est M. Lucien Robin, un chapitre spécial sur les principes fondamentaux de l'optique et sur le microscope, la théorie de cet instrument, son emploi et son application à l'étude des caractères généraux organographiques et morphologiques des éléments des végétaux ; l'idée en est excellente et satisfera, nous n'en doutons pas, bon nombre de lecteurs.

C'est, évidemment, inspiré par le même esprit que, dans le très volumineux chapitre sur la saccharimétrie et les produits alimentaires sucrés par lequel débute la seconde partie du volume, son auteur, M. Gelin, a rédigé un fort clair résumé sur la théorie élémentaire des appareils d'optique utilisés en saccharimétrie.

Dans le corps même du chapitre nous croyons devoir signaler un lapsus grave. Il y est écrit, en effet, à la page 254, que dans le cas d'un cétose ou dans celui d'un aldose, agissant sur l'acétate de phénylhydrazine, on aboutit à la même osazone, quand ces produits ont *le même exposant de carbone*, alors que la stéréo-structure du principe organique considéré, bien plus encore que son degré de condensation, sont en jeu dans ce cas puisque, par exemple, le galactose (aldose) donne une osazone différente de celle du fructose (cétose), bien que sucre en C^6 comme lui.

M. Cuniasse termine cette deuxième partie par une étude approfondie des alcools et des spiritueux.

Tout le monde connaît, par les travaux antérieurs de l'auteur, effectués seuls ou en collaboration, quelle est l'étendue de ses connaissances sur ce sujet : cette opinion n'est point généralement démentie dans ce chapitre.

Cependant, le paragraphe consacré au kirsch ne nous a pas donné toute satisfaction, notamment en ce qui a trait à la détermination de l'aldéhyde benzoïque et de l'acide cyanhydrique.

Tous ceux qui, sans parti pris, ont voulu s'occuper du dosage volumétrique de cet acide par les solutions titrées argentiques n'ont pas hésité à employer la méthode consistant à opérer en milieu ammoniacal, en présence d'iodure de potassium pour indicateur, comme étant bien plus commode et plus précise que le procédé Liebig. Nous avons été fort surpris de voir M. Cuniasse, habituellement mieux informé, rétrograder vers ce dernier, avec cette circonstance aggravante qu'il pense que le louche permanent final, indiquant que la réaction est terminée, est produit par du chlorure d'argent, alors qu'il a été surabondamment démontré que l'ion chlore — d'ailleurs inutilement ajouté sous forme de ClNa au produit à titrer — ne joue aucun rôle dans cette formation, due exclusivement à la production de cyanure d'argent, composé bien plus exothermique que le chlorure du même métal.

De plus l'auteur n'a tenu aucun compte des importants travaux que le Professeur Golse, de Limoges, a publiés au sujet du dosage de l'acide cyanhydrique et de l'aldéhyde benzoïque dans les kirschs, en 1915, tant dans le *Bulletin de la Société de Pharmacie de Bordeaux* que dans le *Journal de Pharmacie et de Chimie* de Paris, et où il a proposé une technique qui, de l'avis de tous ceux qui ont bien voulu l'essayer, donne des résultats beaucoup plus rigoureux que celle qui est proposée par M. Cuniasse. Le criterium de sa valeur est qu'elle permet d'affirmer, par des chiffres à l'appui, la présence *constante* d'aldéhyde benzoïque dans des kirschs naturels authentiques, contrairement aux affirmations de M. Cuniasse d'après lesquelles on ne trouverait pas, *dans les kirschs purs, une dose appréciable de ce produit.*

C'est par l'étude chimique des eaux, due à M. J. Dieudonné, que débute le tome V ; la composition des eaux potables, minérales et industrielles, ainsi que l'amélioration de ces dernières et des eaux domestiques, y sont longuement et judicieusement traitées.

L'analyse microbiologique des eaux a été réservée à M. Lombard, qui l'a développée avec toute l'ampleur voulue, qu'il s'agisse de l'origine des eaux, des relations de ces liquides avec le sol, de leur utilisation, de leur épuration au point de vue microbien, de leur prélèvement ou de leur analyse.

Enfin, les eaux résiduaires, eaux vannes, ménagères, eaux industrielles, eaux de pluie, d'égout et de lavage des rues et des places font l'objet d'un chapitre très documenté confié à M. J. Lafon, et dans lequel l'évacuation de ces eaux, leur épuration, leur analyse sont longuement et minutieusement examinées.

La deuxième partie du même volume est consacrée à l'air. C'est encore M. Lombard qui a assumé la rédaction de son analyse bactériologique. On y trouvera successivement examinés : la présence des germes dans l'atmosphère, leur origine, leurs variations quantitatives suivant le temps et le lieu, l'influence des émanations putrides, les microbes de l'air expiré, les causes qui agissent pour purifier l'air, celles qu'on peut utiliser pour l'assainir, puis les méthodes d'analyse c'est-à-dire la récolte, la culture, la numération et la détermination des germes.

Enfin, dans un dernier chapitre, M. Daniel Florentin a exposé les procédés employés au Laboratoire municipal de Paris pour doser l'anhydride carbonique et l'oxyde de carbone dans l'air confiné.

En ce qui concerne ce dernier gaz, il a soigneusement développé, et tout le monde lui en saura gré, la méthode dite « au sang » d'Ogier et Kohn-Abrest, basée, comme on sait, sur ce fait que l'apparition, dans du sang convenablement dilué, des bandes d'absorption caractéristiques de la carboxyhémoglobine, c'est-à-dire de celles qui résistent à l'action des réducteurs appropriés, est d'autant plus rapide que la teneur en oxyde de carbone du sang examiné est plus considérable.

Cette méthode, telle qu'elle est réglementée au Laboratoire municipal, est des plus pratiques; on la rendrait encore plus rapide en substituant, comme agent de réduction, au sulfhydrate d'ammoniaque préconisé par l'auteur, mais lent dans son action, l'hydrosulfite de soude qui agit instantanément.

Tel est, à vol d'oiseau, un très superficiel aperçu de l'œuvre vraiment considérable dirigée par M. Kling et dont on peut dire que, par la variété des sujets traités, par l'ampleur donnée à leur développement, par la précision des techniques, elle dépasse beaucoup l'ouvrage, déjà considérable pour l'époque, dont Girard avait entrepris et mené à bien la publication.

Dans beaucoup de circonstances, les analystes auront tout intérêt à adopter les procédés qui y sont préconisés et qui ont fait leur preuve; dans toutes il leur sera très profitable et presque nécessaire, pour conclure et décider, d'en consulter la riche documentation.

G. Denigès,

Professeur à la Faculté de Médecine de Bordeaux.

3o Sciences naturelles

Statistique générale de la Tunisie (Année 1920). — *Un vol. in-8o de 435 p. Charles Weber et Cie, éditeurs, Tunis*, 1922.

Les 435 pages de chiffres de la *Statistique générale de la Tunisie* pour l'année 1920 sont, comme les précédentes, un document précieux à consulter. Comment l'analyser ? chaque chapitre pourrait donner lieu à un développement important, qu'il s'agisse de Démographie, d'Agriculture, de Travaux Publics, etc.

Puisque la Tunisie est essentiellement un pays agricole doté de riches gisements miniers, de phosphates de chaux principalement, citons les productions les plus intéressantes.

Agriculture : Céréales

	Surfaces ensemencées		Production		Rendem^t à l'hectare	
	1919	1920	1919	1920	1919	1920
	hectares	hectares	quintaux	quintaux		
Blé dur.....	514.861	481.766	1.450.000	1.075.000	2,8	2,2
Blé tendre...	55 000	52.000	450 090	348.000	8,1	6,6
Orge.....	447.735	375.100	1.200.000	570.000	2,6	1,5
Avoine.....	55.777	60.760	450.000	215.000	8,0	3,5
Maïs et Sorgho	18.361	10.145	65.000	28.000	3,5	2,7

Superficie

Superficie territoriale.....	12.500.000	hectares	100 %
— productive (cultivée et non cultivée).....	9.000.000	—	72 %
— improductive	3.500.000	—	28 %

Terres labourables : 2.800.000 ha dont 980.000 ha consacrés aux céréales.

Productions minières

Fer.....	434.400	tonnes valant	17.376.000 fr.
Plomb.....	23.600	—	16.520 000
Zinc.....	9.600	—	7.120.000
Manganèse	1.275	—	127.500
Lignites.....	31 000	—	2 325.000
			43.468 500 fr.

Phosphates de chaux

1918	ouvriers	4.420	1 819.000 tonnes	24.570.000 fr.
1919	—	5.200	1.815.385 —	36.692.375
1920	—	6.800	2.075.000 —	91.000.000

Marcel Rigotard,

Ingénieur agronome,
Chef du Service de l'Agriculture
de l'Ile de la Réunion.

Mitzakis (Marcel). — **The Oil Encyclopedia.** — *1 vol. in-16 de 551 p. (Prix cart : 21 sh.). Chapman and Hall, éditeurs, Londres*, 1922.

L'Encyclopédie du Pétrole de M. Marcel Mitzakis, que viennent de publier les éditeurs Chapman et Hall de Londres, sort des presses de l'Université d'Aberdeen (Écosse). L'on y trouve, rangés par ordre alphabétique, toute une série d'articles où sont définis, avec des développements appropriés, les termes en usage dans le domaine des études pétrolifères.

Les explications qui ont trait aux mots techniques restent forcément limitées et, en l'absence de toute illustration, n'offrent pas toujours la précision souhaitable. La partie la plus intéressante dans ce livre correspond aux notions à caractère géographique : il est très pratique d'avoir ainsi un dictionnaire des régions pétrolifères du globe avec renseignements variés, principalement d'ordre économique, financier, statistique. Le point de vue géologique, conditions de gisement, etc., est plutôt négligé dans l'ensemble de l'ouvrage. En ce qui concerne ses informations, l'auteur ne semble pas avoir toujours soumis les renseignements qui lui étaient donnés à un contrôle rigoureux, comme le dénote entre autres sa documentation sur le Maroc.

Le choix qui a présidé à la confection de l'index bibliographique n'éveille guère une idée exacte de l'état de nos connaissances. Je ne relève pas moins de 38 références se rapportant au pétrole d'Égypte sur un total de 138 pour l'ensemble du globe : cependant les gîtes d'huile minérale du territoire khédival ne jouent qu'un faible rôle dans le mouvement mondial.

Dans un nouveau tirage, des corrections feront sans doute disparaître les points du livre prêtant à la critique. Tel qu'il est, d'ailleurs, le dictionnaire de M. Marcel Mitzakis peut rendre déjà d'utiles services.

L. Joleaud.

Turchini (Jean). — **Contribution à l'étude de l'Histophysiologie rénale. Les processus cytologiques de l'élimination des matières colorantes par le rein.** — *1 vol. in-8o de 112 p. avec 1 fig. et 1 planche en couleurs hors texte (Prix : 15 fr.). Fasc. no 6 des Arch. de Morphol. gén. et expér. Doin, éditeur, Paris*, 1922.

Deux théories, auxquelles il est facile de rattacher les autres, ont été soutenues pour expliquer le fonctionnement du rein : la théorie de la filtration-sécrétion de Bowman et celle de la filtration-résorption de Ludwig.

Après avoir énuméré les méthodes de recherche pouvant permettre de trancher entre les deux théories, l'auteur choisit la méthode de l'élimination des matières

colorantes introduites expérimentalement dans l'organisme.

Il rappelle les données les plus récentes sur l'anatomie microscopique et l'histophysiologie du rein et fait une revue très complète des travaux relatifs à l'élimination des matières colorantes.

Il s'attache dans la partie expérimentale de son travail, non seulement à localiser dans le rein le lieu de l'élimination des matières colorantes, et plus spécialement du bleu de méthylène, mais encore à suivre les processus cytologiques de cette élimination.

Après avoir étudié la circulation des colorants dans l'organisme, il constate qu'ils sont éliminés par les tubes contournés, les branches ascendantes de Henle et les segments intermédiaires. Sur des coupes de reins excisés à divers moments de l'élimination, il voit en effet que la couleur traverse la cellule rénale de dedans en dehors, c'est-à-dire du pôle basal au pôle apical de l'élément cellulaire.

Cette observation et le fait que la cellule des tubes présente un appareil chondriosomique orienté pour la sécrétion et non pour la résorption font admettre à l'auteur la théorie de la sécrétion tubulaire de Bowman.

L'auteur met ensuite en évidence le rôle du chondriome dans la sécrétion rénale, grâce à la coloration de cet appareil au cours de l'élimination des colorants vitaux, coloration qu'il parvient à fixer par une méthode qui lui est propre.

Il établit enfin le mécanisme de l'excrétion exocellulaire. L'excrétion a toujours lieu par dialyse et jamais par effraction.

Cette étude histologique de l'élimination des matières colorantes, suivie d'une riche bibliographie, intéresse la Physiologie. Elle intéresse aussi la Clinique, à cause de l'application fréquente que reçoivent les éliminations provoquées de substances colorantes dans la recherche de la perméabilité rénale.

Dr Garrelon.

4° Sciences diverses

Rougier (Louis), *Professeur agrégé de Philosophie.* — **La structure des Théories déductives.** Théorie nouvelle de la déduction. — 1 *vol. in*-16 *de* xv-136 *pages de la* Bibliothèque de Philosophie contemporaine. (*Prix* : 7 *fr.*). *Librairie Félix Alcan, Paris*, 1922.

Bien que la *Logique formelle* soit parvenue à un haut degré de précision et d'exactitude, son enseignement traditionnel est encore « sujet à caution, à confusion et à erreur ». Le petit livre de M. Rougier « se propose de faire justice de ces erreurs et d'offrir un exposé, suffisant encore que très concis, de la Logique formelle et de l'économie des théories déductives ». Pour l'auteur, « le raisonnement est déductif, ou il n'est pas... Le raisonnement, en tant que tel, est toujours indépendant de la nature des objets auxquels on l'applique et sa validité dépend, non de la matière dont on parle, mais de la forme de ce que l'on dit. »

M. Rougier étudie d'abord la logique du jugement et du raisonnement, puis il passe en revue les types élémentaires de raisonnement (constantes logiques, relations logiques, opérations logiques, logique des relations). Il traite ensuite de l'économie des théories déductives. « Une théorie déductive consiste à partir d'un petit nombre d'objets indéfinissables et de propositions indémontrables, pour construire, à l'aide des seules opérations de la logique, de nouveaux objets logiquement existants, et pour déduire, en vertu des seules règles du calcul logique, de nouvelles propositions nécessairement vraies, à supposer que les premiers objets et les premières propositions ne soient pas contradictoires. » Les *principes formateurs* « expriment que, si certains objets du discours sont donnés, en effectuant sur eux certaines opérations dont on postule l'existence, on peut obtenir de nouveaux objets ».

Pour étudier le mécanisme du développement d'une théorie, l'auteur prend comme exemple les démonstrations de la géométrie élémentaire. « Pour ce faire, il faut se dégager des habitudes de notre enseignement secondaire et présenter la géométrie selon la *méthode axiomatique* de David Hilbert. » « On ne doit jamais faire appel aux propriétés intuitives des notions géométriques qui y interviennent : qu'elles soient envisagées comme premières ou dérivées, celles-ci doivent être traitées comme de simples symboles, susceptibles de diverses interprétations intuitives. » « La faculté de construire de nouveaux objets repose sur les opérations logiques (et par suite sur les principes logiques formateurs), qui permettent d'obtenir de nouvelles définitions nominales ; et sur les principes formateurs de la science considérée, qui permettent de faire suivre ces définitions nominales de théorèmes d'existence et de les transformer ainsi en définitions réelles. » « C'est par les principes formateurs que se manifeste, dans une théorie déductive, l'activité créatrice de l'esprit. »

« Une théorie déductive est ainsi une théorie purement formelle : c'est un schème logique, un barème de déductions toutes faites, susceptibles de s'appliquer aux objets et aux relations particulières les plus variées. » M. Rougier en donne des exemples empruntés à la Physique théorique et aux Mathématiques. « On voit par là comment les théories déductives, en se dégageant de la gangue de leurs interprétations concrètes primitives, comme l'insecte parfait sort de sa chrysalide, gagnent en généralité ce qu'elles perdent en détermination, et réalisent, en devenant des formes abstraites applicables aux matières les plus diverses une considérable économie de pensée. »

Le livre de M. Rougier est tout à fait intéressant pour les savants qui aiment à bien savoir comment, sont construits les raisonnements dont ils se servent. Ce petit volume, d'une concision extrême, mérite d'être lu et médité ; un index alphabétique aurait peut-être facilité la tâche du lecteur.

Marcel Dufour,
Professeur à la Faculté de Médecine d'Alger.

ACADÉMIES ET SOCIÉTÉS SAVANTES
DE LA FRANCE ET DE L'ÉTRANGER

ACADÉMIE DES SCIENCES DE PARIS

Séance du 9 Octobre 1922

1° Sciences mathématiques. — M. **G. Bratu** : *Sur les progressions d'ordre supérieur.* — M. **H. Hansson** : *Sur un procédé nouveau de multiplication des échelles fonctionnelles.* Ce procédé repose sur l'emploi d'échelles mobiles douées de deux degrés de liberté. — M. **M. d'Ocagne** : *Observations sur la communication précédente.* — M. **Seigle** : *Possibilités d'emploi industriel des barres d'acier doux préalablement écrouies par traction.* L'auteur montre que l'écrouissage par traction est un moyen de relever la limite élastique infiniment plus simple et moins coûteux que le tréfilage. — MM. **Ch. Nordmann** et **Le Morvan** : *Sur les températures effectives des étoiles θ et ι de la Grande Ourse.* Réfutation d'une objection de M. Hertzsprung aux résultats antérieurs des auteurs.

2° Sciences physiques. — M. **R. Soreau** : *Sur les lois de variation des caractéristiques de l'air standard avec l'altitude.* L'auteur propose une nouvelle méthode de détermination de ces lois qui utilise le baromètre seul, et tient compte en bloc de toutes les influences agissantes : température, état hygrométrique et météorologique, composition, etc. — M. **Ch. Menges** : *Sur le coefficient de Fresnel.* L'auteur établit la formule de Fresnel, avec le perfectionnement introduit par Lorentz, sans l'introduction d'aucune hypothèse spéciale plus ou moins douteuse, mais en appliquant conséquemment la relativité naturelle du mouvement et la signification physique de l'indice de réfraction. — M. **J. Rey** : *De la probabilité d'éclairer un avion à l'aide d'un faisceau de projecteur électrique balayant le ciel.* — MM. **G. Holst** et **E. Oosterhuis** : *Le potentiel explosif d'un gaz.* Les auteurs montrent que les ions positifs ne produisent pas l'ionisation par chocs contre les molécules du gaz, mais que par leur attraction électrostatique ils peuvent les libérer de la cathode. Cette hypothèse conduit à une théorie simple du potentiel explosif, qui en fait une fonction du produit *pa* (pression du gaz × distance des électrodes) (loi de Paschen), mais aussi de *g*, rapport du potentiel total au potentiel d'ionisation. — M. **A. Damiens** : *Sur l'absorption de l'éthylène par l'acide sulfurique.* En présence d'oxyde ou de sulfate cuivreux, l'absorption de l'éthylène par H^2SO^4 est rapide ; il se forme de l'acide éthylsulfurique, dont l'hydrolyse donne de l'alcool avec un rendement à peu près théorique. Avec de l'acide à 97 % et au-dessus, il se forme également du sulfate diéthylique. Si l'oxyde ou le sulfate cuivreux est chauffé en présence de l'acide, et si l'absorption de l'éthylène se fait à froid, il se produit un mélange d'hydrocarbures ayant les caractères d'un pétrole. — MM. **C. Mariller** et **Van Ruymbeke** : *Sur un procédé pour la production de l'alcool absolu industriel et son application à la préparation du carburant national.* En distillant de l'alcool dans une colonne traversée en sens inverse par un courant de glycérine dans laquelle on a incorporé 30 % de carbonate de potasse anhydre, on obtient directement de l'alcool à 99°,9, alcool qui se prête particulièrement bien au mélange avec l'essence pour la constitution d'un carburant national. — M. **A. Brochet** : *Remarques sur la préparation du cyclohexanol.* Sous la pression de 10-15 atmosphères, on peut transformer intégralement le phénol en cyclohexanol par hydrogénation en présence de Ni réduit, en quantité variant de 1 à 5 %.

3° Sciences naturelles. — M. **H. Douvillé** : *Les Lépidocyclines et leur évolution : un genre nouveau,* Amphilepidina. L'évolution vers l'Ouest des Lépidocyclines diffère assez notablement des caractères qu'elle présente dans la direction opposée ; les derniers gisements de l'Extrême-Orient, à Madagascar et sur la côte de l'Afrique orientale, ont la faune habituelle de la région avec *Eul. formosa* et des *Amphilepidina.* La région opposée s'arrête à Malte et à l'Albanie avec *Eul. elephantina, Eul. dilatata et Nephrolepidina Tournoueri* ; aucune espèce n'est commune aux deux régions et les types sont différents. — M. **P. Vuillemin** : *Le pétalostème.* Le pétale est l'homologue de l'étamine débarrassée des thalles sexués qui lui confèrent la qualité de membre mâle. Un clivage précoce partage le rudiment commun en lame externe (pétale) et lame interne (étamine). L'auteur nomme *pétalostème* le membre dont le pétale et l'étamine sont des parties. Il en suit l'évolution dans les diverses familles végétales. — M. **R. Combes** et Mlle **D. Kohler** : *Ce que deviennent les hydrates de carbone quand meurent les feuilles des arbres.* Lorsque les feuilles meurent en automne, les 9/20 environ des hydrates de carbone solubles qu'elles contiennent tombent avec ces organes et se trouvent ainsi perdus pour l'arbre ; 7/20 disparaissent consommés par l'acte respiratoire ou entraînés par les pluies et rosées ; 4/20 seulement font retour aux parties vivaces, se mettent en réserve dans la tige ou la racine, et peuvent être ultérieurement utilisés. — M. **St. Jonesco** : *Transformation d'un chromogène des fleurs jaunes de* Medicago falcata *sous l'action d'une oxydase.* C'est par oxydation et non pas par réduction que ce chromogène se transforme en pigment violet de nature anthocyanique. — M. **M. Mirande** : *Sur la relation existant entre l'anthocyanine et les oxydases.* L'auteur montre par quelques observations la relation qui existe entre la pigmentation anthocyanique et les phénomènes oxydasiques, et aussi l'indispensable influence de l'oxygène dans la production de l'anthocyanine. — M. **L. Azoulay** : *Sur le rapprochement provoqué et spontané des feuillets de* Russula Queletii (*Fr.*) *Bataille et ses variétés.* En enfonçant un pinceau ou une bandelette de papier entre deux lames de Russule de Quélet, celles-ci adhèrent aussitôt l'une à l'autre, et le contact persiste indéfiniment jusqu'au moment où le champignon se dessèche ou se flétrit ; elles s'écartent alors de nouveau. Le phé-

nomène n'est pas dû à l'accolement par un suc visqueux. — M. E. L. **Bouvier** : *Nouvelles recherches sur l'apparition des individus reproducteurs dans la fourmi fauve et la fourmi des prés.* L'auteur confirme et étend les faits observés précédemment par M. Roidor et lui : 1° Au début tout au moins, les dômes étudiés l'année dernière ont produit cette année des reproducteurs du même sexe; 2° Dans l'une et l'autre espèce, certains nids à mâles ont fini par donner également des femelles ; 3° Il y a des nids où des reproducteurs des deux sexes sont réunis à l'époque où les autres sont unisexués. — M. P. **Mathias** : *Cycle évolutif d'un Trématode holostomide* (Strigea tarda *Steenst*). — MM. M. **Blanchard** et G. **Lefrou** : *Sur un spirochète trouvé dans le sang de cas de fièvre bilieuse hémoglobinurique et son action pathogène.* Ce spirochète est différent de tous ceux déjà étudiés; il ne semble pas être le seul agent capable de produire le syndrome biliohémoglobinurique chez l'homme.

Séance du 16 *Octobre* 1922

M. Haller annonce à l'Académie le décès de M. F.-Ph.-A. **Barbier**, Correspondant pour la Section de Chimie.

1° Sciences mathématiques. — M. M. **Hamy** : *Sur le calcul d'une intégrale double qui se présente dans la théorie de la diffraction des images solaires par une fente rectangulaire.* — M. A. **Bilimovitch** : *Des lignes d'inertie sur une surface.*

2° Sciences physiques. — M. J. **Mascart** : *Le pourcentage des réussites dans la prévision du temps.* L'auteur estime que la prévision du temps commence à être satisfaisante à partir de 60 % de réussites, à condition que cette prévision soit assez précise. — M. C. **Raveau** : *Démonstration de la loi de l'entraînement de l'éther de Fresnel sans appel à la relativité du temps et de l'espace.* Cette démonstration est basée sur la considération d'un appareil interférentiel dans lequel, à la différence de celui de Fizeau, un des rayons interférents traverse successivement, en sens inverse, un fluide en mouvement et une masse du même fluide en repos. Le second rayon se propage dans le vide. L'appareil est considéré soit à l'état de repos, soit animé d'une vitesse telle que le réglage établi au repos se conserve indéfiniment. La condition de ce maintien du réglage n'est autre que la relation de Fresnel. — M. A. **Guilbert** : *Sur le calcul de l'attraction des électro-aimants.* — M. M. **Curie** : *Sur les indices de réfraction des sulfures phosphorescents.* L'auteur a mesuré ces indices en examinant au microscope des grains de la substance immergés dans un milieu transparent et homogène de même indice. Les valeurs trouvées sont notablement inférieures à celles que Lénard et Schmidt ont déduites de la relation $K = n^2$, où K est la constante diélectrique. — MM. A. **Perrier** et B. de **Mandrot** : *Elasticité et symétrie du quartz aux températures élevées.* Les auteurs ont constaté que l'énorme écart entre les élasticités dans les deux directions parallèle et perpendiculaire à l'axe optique va s'atténuant rapidement avec le chauffage pour disparaître à 576° ; au delà, les modules sont identiques, à la précision des expériences près. Ce fait démontre d'une façon rigoureuse qu'au point de passage le cristal passe de la symétrie rhomboédrique à la symétrie hexagonale, que par suite l'élasticité du quartz β a une symétrie de révolution. — MM. L. J. **Simon** et L. **Zivy** : *Neutralisation de l'acide tartrique par la potasse en présence des chlorures alcalino-terreux.* Les auteurs ont étudié les phénomènes qui se produisent quand on veut doser, en présence de $CaCl^2$, une solution d'acide tartrique par KOH en présence des deux indicateurs, phtaléine et hélianthine. — M. M. **Bridel** et Mlle M. **Braecke** : *Rhinanthine et aucubine.* Le produit retiré par Ludwig en 1870 des graines de *Rhinanthus Crista-galli*, et appelé rhinanthine, n'est pas pur : c'est un mélange, en proportions variables avec les échantillons étudiés, de saccharose et d'aucubine.

3° Sciences naturelles. — M. Ed. **Le Danois** : *Sur l'hydrologie de l'Atlantique Nord.* L'auteur estime que le nom de Gulf Stream doit être réservé au courant de retour du courant équatorial. Dans l'Atlantique oriental, les variations thermiques et halométriques des eaux de surface sont dues à un phénomène saisonnier et non à des ramifications du courant du golfe. — M. A. **Azam** : *Sur l'origine et le processus de formation des sols de la Hague.* L'analyse micrographique montre que les limons de la Hague sont le résultat du remaniement et de la dissociation de roches primaires appartenant soit au Cambrien, soit à l'Ordovicien, et non d'assises secondaires ou tertiaires disparues à l'heure actuelle. — M. P. **Bugnon** : *Sur la position systématique des Euphorbiacées.* L'auteur tire de l'examen de quelques caractères morphologiques et anatomiques des arguments nouveaux en faveur d'un rapprochement étroit des Euphorbiacées et des Sterculiacées. — M. J. **Beauverie** : *Sur la période critique du blé.* Il résulte des observations de l'auteur dans la région du Puy-de-Dôme qu'on doit donner comme but à la sélection de faire coïncider la période critique du blé (au sens d'Azzi) avec les trois premières décades de mai, car au delà les probabilités de sécheresse augmentent brusquement, en montagne comme en plaine. C'est parce que cette coïncidence s'effectue normalement en France, la plupart du temps, que ce pays est avant tout, au point de vue agricole, le pays du blé. — M. L. **Blaringhem** : *Sur un hybride stérile d'épeautre et de seigle.* Sur cet hybride, les caractères d'organisation sont strictement maternels, alors que les caractères superficiels et ornementaux, qui se comportent d'ordinaire comme caractères mendéliens et alors sont dominants, rappellent ou reproduisent parfaitement le type paternel. Les 5 plants de cet hybride ont donné jusqu'à présent 187 épis parfaitement stériles. — MM. A. **Davy de Virville** et F. **Obaton** : *Observations et expériences sur les fleurs éphémères.* La lumière n'a aucune action sur l'ouverture, la chute ou la fermeture des corolles des fleurs éphémères. L'état hygrométrique en a très peu. C'est surtout la température qui influe sur l'épanouissement des fleurs éphémères. — M. A. **Gruvel** : *Sur deux espèces de Langoustes des côtes d'Indochine.* On a récolté sur les côtes de cette colonie le *Panulirus ornatus* et le *Palinurus fasciatus*, qui pourraient se prêter à la fabrication de conserves. — M. P. **Wintrebert** : *Le mouvement sans nerf et le mouvement nerveux des embryons*

de Raiidæ. Les embryons de *Raia punctata* et *R. asterias* présentent, avec quelques variantes, le mouvement sans nerf et les étapes physiologiques du mouvement nerveux que l'auteur a décrits chez les *Scylliorhinus canicula*. — M. J. Legendre : *Rôle trophique des oiseaux à l'égard des Culicines.* L'auteur a constaté, à Beyrouth, que sur 93 Culicines examinés, 75, soit 81 %, étaient gorgés de sang d'oiseaux (moineau surtout, poules) et 18 seulement, soit 19 %, avaient piqué des mammifères (chauves-souris). L'homme est ainsi protégé contre les attaques des moustiques. — M. F. Vles : *Sur les variations des ions H+ au voisinage des œufs en division.* L'observation montre que le pH de l'eau de mer environnant les œufs en segmentation, lequel diminue d'une façon grossièrement régulière, varie dans le détail suivant un mode très particulier : son évolution est nettement cyclique ; ce phénomène paraît lié aux cycles de perméabilité d'Herlant et aux variations de viscosité d'Heilbrun. — MM. J. Dumas et D. Combiesco : *L'intoxication dysentérique du lapin et l'intoxication cholérique du cobaye par ingestion de toxines dysentérique et cholérique solubles.* L'ingestion de la toxine dysentérique soluble reproduit l'intoxication dysentérique chez le lapin. L'absorption de toxine cholérique provoque chez le cobaye l'intoxication cholérique.

SOCIÉTÉ DE BIOLOGIE

Séance du 14 Octobre 1922

M. M. Doyon : *Os poilus.* L'auteur présente un certain nombre d'os de fœtus de chien recouverts de poils. Il peut s'agir soit d'un fait de monstruosité, d'un kyste dermoïde, soit d'une rupture utérine, suivie de la macération et de la dissolution des fœtus libérés dans le péritoine et finalement réduits aux os et aux poils. — M. Y. Khouvine-Delaunay : *Un anaérobie de l'intestin humain digérant la cellulose.* Il existe, dans l'intestin humain normal, un Bacille anaérobie strict qui digère exclusivement la cellulose. En suivant la technique de l'auteur, on peut l'isoler dans 60 % des cas. C'est la première espèce digérant la cellulose qui ait été trouvée dans l'intestin humain. Elle est différente de celle qu'Omeliansky a isolée de la boue de la Néva. — M. C. Picado : *Germination brusque du pollen dans l'extrait d'ovule homologue.* Les ovules non fécondés et les stigmates du maïs renferment une substance (ou propriété) qu'on pourrait appeler pollenauxine, qui provoque la germination du pollen, même à faible dilution et dans des suspensions isotoniques ; cette pollenauxine n'est pas strictement spécifique, mais de groupe ; la pollenauxine du maïs est thermostabile (56°). — MM. P. Emile Weil, Bocage et Isch-Wall : *Les variations du temps de saignement expérimental chez la femme enceinte.* Le grossesse, chez la femme des villes tout au moins, apparaît non comme un état physiologique, comme ce devrait être, mais comme un état anormal, qui suffit pour troubler le fonctionnement du foie hémoclasique : l'augmentation et l'arythmie des temps de saignement extériorisent d'une façon patente les modifications fonctionnelles de cette glande.

Séance du 21 Octobre 1922

M. A. Policard : *Sur la membrane des cellules adipeuses.* Dans la vésicule adipeuse *adulte*, la graisse vient au contact immédiat de la membrane conjonctive. Dans le phénomène de prise de la couleur par la vésicule adipeuse, la membrane conjonctive de l'élément ne constitue pas une barrière considérable. Elle n'empêche pas la diffusion des substances liposolubles. — MM. H. Vignes et P. Hermet : *Sédimentation des globules rouges et gestation.* La sédimentation rapide des globules rouges, ou réaction de Fahrœus, s'observe non seulement au cours de la gestation, mais encore après les spoliations sanguines, pendant le développement des tumeurs et au cours des infections en poussée aiguë.

ACADÉMIE ROYALE DE BELGIQUE

Classe des Sciences

Séance du 3 Juin 1922 (suite)

2° Sciences physiques. — M. M. Philippson : *Sur une nouvelle forme de résistance électrique des électrolytes.* L'auteur a montré (voir p. 352) qu'il existe dans les électrolytes une résistance spéciale qu'il a appelée *réactance cinétique.* En divisant celle-ci par ω, il obtient la *sel cinétique* de l'électrolyte. Il a mesuré cette dernière par la méthode de résonance et il a reconnu que celle-ci est déterminée par la fréquence et l'intensité du courant, la résistance du circuit, et par plusieurs constantes qui dépendent uniquement de la nature de l'électrolyte. — MM. P. Bruylants et J. Dondeyne : *Détermination du poids atomique du sélénium.* Les auteurs ont déterminé de nouveau le poids atomique du Se par la méthode du poids du litre normal d'H^2Se, combinée à la mesure de la compressibilité de ce gaz. Le résultat obtenu est de 79,37, chiffre qui s'éloigne sensiblement de celui des résultats de 1912, soit 79,18. — M. F. Swarts : *Sur le trifluorméthylcyclohexane.* Etude des propriétés chimiques de ce corps, préparé en 1910 par hydrogénation catalytique du trifluortoluène en présence de noir de platine. *Sur l'acide trifluoracétique.* L'auteur a obtenu cet acide en oxydant la trifluortoluidine par l'acide chromique. C'est un liquide bouillant à 72°,4-72°,5 et cristallisant entre — 15°,25 et — 15°,28. C'est un acide très fort ; tous ses sels sont solubles dans l'eau, la plupart sont déliquescents. L'auteur en a préparé l'anhydride et plusieurs éthers-sels.

3° Sciences naturelles. — M. A. Mélant : *Sur les conditions qui déterminent l'encystement d'un Infusoire marin :* Euplotes harpa *Stein.* L'augmentation de la concentration du milieu est un excitant à la formation des cystes chez cet Infusoire marin.

Séance du 1er Juillet 1922

1° Sciences mathématiques. — M. G. Fichtenholz : *Note sur les fonctions absolument continues.* — M. L. Godeaux : *Sur les surfaces du 4e ordre possédant six points doubles biplanaires ordinaires.* — M. Th. de Donder : *Champ gravifique d'un électron purement électrique.*

2° Sciences naturelles. — M. L. Fredericq : *Action*

du milieu marin sur les animaux invertébrés. L'eau de mer modifiée dans sa concentration ou dans sa composition exerce sur les Invertébrés deux actions différentes : une action *physique* consistant en un transport d'eau, suivant les lois de l'osmose, à travers la paroi semi-perméable de l'animal. Cette action met rapidement le milieu intérieur de l'organisme en équilibre osmotique avec le milieu extérieur; 2° une action *spécifique*, dépendant de la nature chimique des substances dissoutes et s'exerçant lentement, après absorption. — M. **P. Nolf** : *Action du plasma d'oiseau sur l'anse intestinale isolée.* L'anse intestinale de l'oiseau, mise au contact des liquides humoraux de l'oiseau, réagit à la coagulation des protéines de ces liquides à sa surface par une contraction ou un relâchement, suivant qu'elle se trouve en état de tonus moyen ou exagéré.

SOCIÉTÉ ROYALE DE LONDRES

Séance du 15 *Juin* 1922

Sciences naturelles. — **A. Lipschutz, C. Wagner, R. Tamm** et **F. Bormann** : *Nouvelles recherches expérimentales sur l'hypertrophie des glandes sexuelles.* — M. **H. M. Evans** : *Les épines défensives des poissons, vivants et fossiles, et la construction glandulaire en relation avec elles.* — M. **D. W. Devanesen** : *Le développement des parties calcaires de la lanterne d'Aristote chez l'*Echinus miliaris. Tous les éléments calcaires de la lanterne d'Aristote, à l'exception des dents, sont déposés sous forme de spicules triradiés. — MM. **D. W. Cutler, L. M. Crump** et **H. Sandon** : *Etude quantitatives de la population bactérienne et protozoaire du sol.* Les auteurs ont compté le nombre des bactéries et de 6 espèces de Protozoaires dans un sol naturel pendant 365 jours consécutifs. Ils ont observé des fluctuations très prononcées qui ne sont pas en relation avec les conditions météorologiques. En général les bactéries et les protozoaires sont les plus abondants à la fin de novembre, et les plus rares en février.

Séance du 3 *Juin* 1922

1° Sciences mathématiques. — M. **G. I. Taylor** : *Le mouvement d'une sphère dans un liquide en rotation.*

2° Sciences physiques. — M. **E. A. Milne** : *Equilibre de rotation.* L'auteur étudie le rapport entre la courbe d'énergie spectrale d'une étoile et la loi d'assombrissement du disque vers le bord. L'assombrissement observé du spectre solaire continu diffère très peu de l'assombrissement théorique pour l'équilibre de radiation ; il n'est pas possible de relier le spectre avec l'assombrissement, soit dans l'hypothèse de l'absorption sélective, soit dans celle d'une atmosphère diffusante. Il est probable qu'il n'y a pas d'atmosphère diffusante d'épaisseur optique appréciable autour du Soleil, et la plus grande partie de la radiation émergente n'est pas de la lumière diffusée. — MM. **T. R. Merton** et **D. N. Harrison** : *Sur les erreurs survenant dans la mesure des lignes spectrales non symétriques.* — M. **R. C. Ray** : *La chaleur de cristallisation du quartz.* La différence entre les chaleurs de solution du quartz et du verre de silice dans HF aqueux et les chaleurs spécifiques de ce dernier représente la chaleur de cristallisation du quartz à la température ordinaire, soit 6,95 kg. cal. La mouture convertit la substance cristalline partiellement à l'état vitreux. — M. **C. G. Schoneboom** : *Diffusion et intertraction.* Dans le mélange des fluides, à côté de la diffusion intervient un autre facteur spécifique que l'auteur appelle intertraction. Ce phénomène, décrit par Sir A. Wright dans le cas spécial du mélange de sérum et de solutions salines, peut être obtenu pratiquement avec toute substance dans n'importe quel solvant. — MM. **E. F. Armstrong** et **T. P. Hilditch** : *Etude des actions catalytiques sur les surfaces solides.* VIII : *L'action du carbonate de sodium promouvant l'hydrogénation du phénol.* De petites quantités d'alcali stimulent l'hydrogénation du phénol liquide en présence de Ni. La courbe d'absorption de l'hydrogène, qui était logarithmique en l'absence de carbonate de Na, devient à peu près linéaire en présence d'une concentration optimum de ce dernier (25 °/₀ du poids du Ni). Le carbonate supprime une influence toxique, exercée probablement par un produit d'association du phénol et du nickel. IX. *L'action du cuivre promouvant l'activité du nickel comme catalyste.* Les catalysateurs Cu-Ni préparés à 180° C. ne sont pas aussi actifs que les catalysateurs au Ni. — M. **C. N. Hinshelwood** : *Sur la structure et l'activité chimique des pellicules de Cu et la couleur des changements accompagnant leur oxydation.* Dans une série d'oxydations et de réductions successives d'une surface de cuivre, il se forme un état limite où la pellicule de cuivre possède une structure ouverte formée de granules dont le rayon est une petite fraction de 1 μ. Pendant l'oxydation, on observe de brillantes couleurs de diffraction, dépendant de la composition des granules séparés.

Sté Gle d'Imp. et d'Ed., rue de la Bertauche, 1, Sens.

Le Gérant : Gaston Doin.

33e ANNÉE N° 22 30 NOVEMBRE 1922

Revue générale des Sciences pures et appliquées

FONDATEUR : LOUIS OLIVIER

DIRECTEUR : J.-P. LANGLOIS, Professeur au Conservatoire national des Arts-et-Métiers, Membre de l'Académie de Médecine

Adresser tout ce qui concerne la rédaction à M. J.-P. LANGLOIS, 8, place de l'Odéon, Paris. — La reproduction et la traduction des œuvres et des travaux publiés dans la *Revue* sont complètement interdites en France et en pays étrangers y compris la Suède, la Norvège et la Hollande

CHRONIQUE ET CORRESPONDANCE

§ 1. — Nécrologie

Louis Favé. — Un des membres les plus éminents du corps des Ingénieurs hydrographes, M. Louis Favé, s'est éteint le 30 juillet dernier à l'âge de 69 ans.

Entré à l'Ecole Polytechnique en 1873, Favé en sort deux ans après dans l'Hydrographie en même temps que son camarade Renaud, qu'il devait suivre de si près dans la tombe. On a pu s'étonner alors qu'il n'ait pas choisi plutôt l'Artillerie dans laquelle son père s'était acquis une si brillante réputation. C'est que, admis tout jeune, de par ses relations de famille, dans l'intimité de la plupart des illustrations scientifiques de l'époque, il s'était pris, en écoutant leurs discussions, d'une belle ardeur pour la recherche scientifique, dans le domaine de la Physique surtout, ardeur qui ne devait plus le quitter.

Aussi voit-on le jeune ingénieur, dans les premières années de sa carrière, profiter des trop rares loisirs que lui laisse le « métier » pour aller travailler dans les laboratoires, notamment dans celui de Cornu. Là il apprend à manipuler et à construire de ses propres mains, ce qui lui servira par la suite. En même temps, il entreprend des recherches personnelles : dès 1876, il publie dans les *Comptes rendus* une note sur l'action de la chaleur dans l'aimantation par laquelle il fait connaître un fait entièrement nouveau.

Mais bientôt les travaux hydrographiques l'absorbent de plus en plus et ne lui laissent plus de temps à consacrer aux recherches de science pure. En 1881, il est envoyé en Indo-Chine où il exécute divers levés dans l'Ile d'Haïnan et sur les côtes d'Annam et du Tonkin. C'est l'époque héroïque : Favé est attaché à l'état-major du Commandant Rivière et chargé de reconnaissances dans le Fleuve Rouge, à peine exploré à cette époque.

A son retour en France, il est amené, au cours des diverses missions hydrographiques auxquelles il participe, à s'occuper de problèmes pratiques. Dès lors sa passion pour la recherche scientifique pure qu'il ne peut plus cultiver se transforme et dorénavant ce sont les applications de la science à l'hydrographie et à la navigation qui vont solliciter son activité intellectuelle.

La place nous manque pour suivre Favé dans ses diverses inventions, depuis la première forme sous laquelle elles ont été réalisées jusqu'à leur état actuel. Nous nous bornerons à les énumérer en insistant un peu sur celles qui sont les plus importantes au point de vue pratique et qui ont le plus de chances de durer.

Au nombre de celles-ci on doit mettre en toute première ligne le *marégraphe plongeur*, appareil enregistrant les marées sur les côtes et au large. C'est en 1887 que le Service hydrographique fit construire le premier modèle de cet appareil, dans lequel figurent déjà la plupart des dispositifs ingénieux qui en assureront le succès. Mais, par un scrupule mal placé, Favé n'ose pas demander qu'on mette à sa disposition les moyens nécessaires pour l'essayer à la mer et il faudra attendre vingt ans qu'une circonstance se présente où l'on soit forcé de s'en servir pour trouver les petits défauts de mise au point et y remédier. A partir de ce moment, le marégraphe plongeur devient d'un emploi courant dans l'hydrographie française et il est adopté plus tard par « l'Hydrographic Office » de la Marine britannique. En 1919, Favé y ajoute un important perfectionnement qui permet,

au moins théoriquement, de faire fonctionner l'appareil par les plus grands fonds.

Les questions de *point*, tant à la mer qu'en ballon, n'ont cessé d'occuper Favé depuis 1892, époque à laquelle, en collaboration avec son collègue M. Rollet de l'Isle, il établit l'abaque pour la détermination du point à la mer. A ce genre de recherches se rattachent : son importante contribution à l'étude du point sans l'horizon de la mer à l'aide de l'horizon gyroscopique Fleuriais, modèle de Ponthus et Therrode, son mémoire sur les instruments et les méthodes propres à la détermination du point en ballon, l'invention d'un quadrant à niveau sphérique et d'une règle courbe pour la détermination graphique du point en ballon.

On lui doit en outre une adaptation d'instruments existant au Service hydrographique à la vérification des sextants, la construction d'un pointeur de stations, une étude (en collaboration avec M. Carpentier) sur un système d'amortisseur barbelé, un perfectionnement au rapporteur à alidade, l'invention d'un dispositif pour sonder en marche à bord d'un navire et d'un appareil traçant le profil du fond de la mer, une contribution au perfectionnement de l'astrolabe à prisme, un théodolite à microscopes à prismes, etc.

Au début de la guerre, alors que la plus grande partie du Service hydrographique part à Rochefort, Favé est désigné pour diriger la portion qui reste à Paris. En juillet 1915 arrive pour lui l'âge de la retraite. Il n'aurait qu'un geste à faire pour être maintenu en activité; mais il souffre trop de ne pas être assez occupé. Il quitte donc ce Service hydrographique auquel il était si attaché et il vient offrir sa collaboration à son ancien subordonné qui est chargé du repérage et de la section de géodésie au Service géographique de l'Armée. Il refuse toute rémunération et il faudra au bout de sept mois user d'un stratagème pour arriver à lui faire reprendre du service. La somme de travail que Favé a dépensée là, dans cette position volontairement effacée, seul le sait l'auteur de ces lignes qui l'a eu à ses côtés pendant près de quatre ans. Sa grande joie fut de sentir sa compétence mise à contribution sans merci pour le plus grand profit de la défense nationale.

Après la guerre, il ne songe pas à se reposer. Il accepte les fonctions de président de la Section de Géodésie du Comité français de Géodésie et Géophysique. Il met la dernière main à son marégraphe plongeur. Il établit un graphique donnant en projection de Mercator les courbes orthodromiques et leurs trajectoires orthogonales. Il invente un appareil pour la détermination de l'équation personnelle dans les observations avec l'astrolabe à prisme.

Voilà pour l'œuvre. Quelques mots maintenant sur l'homme. Les traits cités plus haut permettent déjà de le juger: Favé était la droiture même; sa conscience toujours inquiète lui faisait parfois pousser les choses jusqu'à l'exagération. Le premier abord chez lui était froid, mais l'accueil devenait vite bienveillant et aimable si l'objet de la visite était noble. Possédant une instruction étendue et très solide, doué d'un sens critique très sûr, il était le meilleur guide pour ses collègues et ses amis.

Favé avait été nommé membre de l'Académie des Sciences en 1917 en remplacement du Général Bassot. En 1921, le Bureau des Longitudes l'avait désigné à l'unanimité pour remplacer son camarade et ami Renaud.

L. Driencourt,
Ingénieur hydrographe en chef de la Marine en retraite.

§ 2. — Physique

Avantage des antennes directrices pour l'élimination des perturbations atmosphériques en radiotélégraphie. — Les observations faites au cours de la guerre et, ultérieurement, les essais méthodiques poursuivis par les soins des services radiotélégraphiques américains ont établi que, dans certaines régions, les influences perturbatrices qui affectent les relations radiotélégraphiques proviennent de centres de perturbations à peu près fixes.

Il en est particulièrement ainsi en ce qui concerne les Etats-Unis, pour les régions du littoral Californien, et notamment pour celles de San Francisco et de San Diego; à Goat Island, non loin de San Francisco, le poste radiotélégraphique n'est guère affecté, en temps normal, que par des perturbations venant du Sud-Ouest.

Cette circonstance permet de tirer parti très avantageusement des antennes directrices pour combattre les influences perturbatrices; c'est ce que l'on a fait au poste de Goat Island, et l'on est parvenu ainsi à l'immuniser à peu près complètement vis-à-vis des perturbations les plus fréquentes.

L'amélioration qui en résulte est considérable; autrefois les perturbations étaient extrêmement graves et fréquentes; elles ont été éliminées de telle sorte qu'actuellement on peut recevoir d'une façon régulière les messages de la station de Cavite, à 6.000 milles nautiques.

Auparavant, les signaux de ce poste étaient rendus illisibles pendant la plus grande partie de l'été et les messages devaient transiter par le poste d'Honolulu; à noter que les relations permanentes actuelles sont obtenues avec un courant de 200 ampères sur l'antenne, la longueur d'onde étant de 12.100 milles.

Les autres stations côtières qui ont pu être munies d'antennes directrices ont été en mesure de percevoir d'une façon satisfaisante, même pendant les perturbations les plus violentes, les faibles signaux européens.

Les antennes directrices sont ordinairement constituées d'une grande antenne ordinaire, non directrice, combinée avec une petite antenne directrice, représentée par un aérien en cadre fermé ou par un fil enfoui dans la terre: l'adjonction d'une antenne de ce genre à une grande antenne fournit un système directeur très efficace. C'est cette disposition que l'on a appliquée à Goat Island et grâce à laquelle on est arrivé aux résultats que nous avons indiqués. H. M.

Nouvelles applications du tube à gaz rare. — Les travaux bien connus de M. G. Claude ont montré, il y a plusieurs années déjà, que l'on peut transformer le tube de Geissler en une source de lumière pratique, fonctionnant sous des tensions industrielles, en employant, comme gaz, dans l'ampoule, de l'hélium, du néon

ou de l'argon ; l'effet de ces gaz est de faciliter la décharge et d'abaisser la tension d'amorçage et de service nécessaire ; la nature des électrodes exerce également à cet égard une action dominante ; on obtient les meilleurs résultats, au point de vue de l'abaissement de la tension, avec une cathode en fer ou en un métal du groupe des alcalins ; ces derniers ne s'emploient pas purs, cependant, mais sous forme d'amalgames.

Le tube à néon, tel qu'il a été réalisé par M. Claude, s'emploie depuis quelques années comme lampe de contrôle, pour la surveillance de l'état des circuits dans les installations de signalisation, de sûreté, etc., et aussi comme lampe de réclame, pour la publicité ; un modèle de lampe de contrôle à néon déjà répandu se compose d'une cathode de forme hémisphérique, en fer, à l'intérieur de laquelle pénètre une anode, en même métal, les deux éléments placés à l'intérieur d'une ampoule ordinaire de lampe à filament métallique, avec culot Edison, contenant une résistance de protection.

Une lampe de ce genre, branchée sur un circuit à 220 volts, la résistance protectrice ayant 1.500 ohms, absorbe environ 5 watts et fournit ainsi un excellent moyen de contrôle, plus économique que les lampes métalliques ordinaires, dont les plus petites, pour cette tension, consomment au moins 20 watts ; sous l'influence de la décharge, l'atmosphère du tube, autour de la cathode, s'illumine d'une douce lumière orangée ; on opère dans un mélange d'hélium et de néon sous 8 ou 10 mm. de pression ; la résistance est indispensable pour éviter des courants trop forts ; le courant étant limité, grâce à cette résistance, à une fraction d'ampère, le tube peut durer 3.000 heures et plus ; sans cela, il serait exposé à se brûler rapidement.

Une autre application récente, et néanmoins déjà étendue, du tube à néon, est son emploi comme réducteur de tension, pour l'obtention des courants faibles dans les installations de télégraphie et de téléphonie par exemple ; cette application est basée sur la propriété du tube d'absorber une tension invariable, d'environ 150 volts, pour une lampe du modèle décrit ci-dessus, de telle sorte que, sur une tension de 220 volts, elle laisse une tension fixe de 70 volts environ, qui convient bien pour l'obtention des courants nécessaires dans des installations de téléphonie et de télégraphie, par exemple pour l'alimentation des circuits microphoniques ou dans le travail en ligne.

Pour cet usage, on simplifie la construction du tube en remplaçant la cathode hémisphérique par une simple lame de tôle de fer, repliée en V et placée à cheval sur l'anode ; dans le cas des tubes destinés à la téléphonie, une résistance de 500 ohms est montée dans le culot pour limiter l'intensité à un maximum de quelque 25 à 30 milliampères ; pour la télégraphie, où des intensités de 200 milliampères sont à prévoir, on emploie un modèle un peu plus grand, avec anode formée d'une lame en Z et cathode cylindrique, dans un tube de 23 cm. de longueur sur 7 cm. de diamètre ; la résistance protectrice est distincte de l'ampoule.

Pour l'obtention de tensions plus élevées, en partant de 220 volts, en vue du service des longues lignes télégraphiques, on emploie un tube à cathode formé d'un amalgame de potassium et de plomb ; l'amalgame est placé au bas de l'ampoule (qui doit être montée dans une position verticale suspendue) ; une tige de fer établit la liaison électrique ; l'amalgame est solide à la température ordinaire ; il reste en fusion au passage du courant ; tension absorbée, pour un tube du modèle commercial (25 cm. de longueur sur 5 cm. de diamètre) : 70 à 80 volts ; tension disponible, sur 220 volts : 140 à 150, et sur 110 : 30 à 40.

Enfin, en remplaçant, dans le tube télégraphique, à cathode cylindrique, l'anode en Z par une anode formée d'une baguette en fer entourée, jusqu'à sa pointe, d'un tube en verre, on réalise un dispositif qui, monté sur courant alternatif, ne laisse passer qu'un courant pratiquement nul, pour les demi-périodes négatives, et qui transforme le courant alternatif original en courant continu pulsatoire, de 60 à 65 volts ; cet appareil convient bien pour le chargement de petites batteries d'accumulateurs ; comme les précédents, il paraît digne de retenir l'attention de nos physiciens et demande à être étudié par nos constructeurs.

Henri Marchand.

§ 3. — Anthropologie

L'influence des milieux sur la taille humaine. — On sait l'importance que les biologistes et les sociologues attribuent aux statistiques de la taille humaine, dans les divers pays, aux différents âges et selon les sexes. La plupart de ces statistiques sont critiquables, car elles sont loin de représenter ce que les biologistes appellent des séries pures. D'autre part, presque toutes les statistiques humaines sont basées sur des moyennes, et celles-ci sont souvent trompeuses. Elles travestissent les phénomènes que, seul, l'examen des cas individuels permet de percevoir.

Depuis plusieurs années, le Prof. E. Pittard, de Genève, a entrepris, avec divers collaborateurs, une étude de la taille en Suisse. Canton après canton, la taille des hommes appelés au recrutement militaire est considérée individuellement, en fonction des facteurs mésologiques qui pourraient apporter des variations dans ce caractère héréditaire.

M. Pittard vient de présenter à la Société de Physique et d'Histoire naturelle de Genève une étude faite par Mlle M. Ginsberg sur 30.301 tailles, relevées individuellement sur des recrues dans le canton de Berne [1]. La taille a été analysée en fonction des conditions suivantes : division géographique arbitraire selon les districts, classement selon les langues, selon les aspects physiques généraux du canton (Jura, Plateau, Alpes) selon la qualité géologique du sol habité, selon l'altitude, selon les milieux citadins et ruraux, selon les conditions sociales des individus considérés. Voici quelques-uns des résultats obtenus :

La taille moyenne du canton de Berne est de 1,652 m., chiffre qui dépasse notablement la moyenne de la Suisse en général (1,629 m.).

Suivant les groupes linguistiques, la taille varie de

1. *Arc. des Sc. phys. et nat.*, 5e pér., vol. IV, supplém., p. 124 ; juillet-août 1922.

1,654 m. dans les districts allemands à 1,661 m. dans les districts français (1,657 m. dans les districts mixtes).

La taille moyenne varie nettement suivant la nature géologique du sol : Jurassique, 1,661 m. ; Flysch, 1,648 m. ; Nagelfluh, 1,643 m.

Elle diminue avec l'altitude, au moins jusqu'à 1.000 m. : de 400 à 600 m., 1,659 m. ; de 601 à 800 m., 1,649 m. ; de 801 à 1.000 m., 1,645 m. ; au-dessus de 1.000 m., 1,646 m.

Elle augmente avec la densité de la population : de 1 à 1.000 habitants, 1,636 m. ; de 1.000 à 5.000 hab., 1,648 m. ; de 5.000 à 10.000 hab. 1,654 m. ; au-dessus de 10.000 hab., 1,677 m.

Enfin, elle varie selon les milieux sociaux : agriculteurs, 1,645 m. ; « gros travailleurs », 1.653 m. ; commerçants, 1,664 m. ; professions libérales, 1,695 m.

§ 4. — Géographie et Colonisation

La tentative d'ascension du mont Everest. — Un très important voyage effectué en 1921 dans le massif de l'Himalaya, que nous avons déjà signalé ici[1], et qui avait pour objet de préparer une ascension complète du mont Everest, le plus haut sommet du monde, atteignant 8.840 mètres, vient d'être suivi de l'essai de mise en exécution du projet formé; mais la nouvelle expédition, tout en réalisant déjà un progrès très notable, n'a pu arriver, malgré ses admirables efforts, à gagner le point extrême visé par elle[2].

C'est le brigadier général C. G. Bruce, l'un des membres les plus intrépides de l'*Alpine Club*, ayant fait déjà de nombreuses campagnes sur les frontières de l'Inde, qui avait été chargé par la *Royal Geographical Society* de diriger la nouvelle expédition. Il avait avec lui douze compagnons pouvant être considérés comme une élite d'alpinistes, parmi lesquels étaient M. George H. Leigh-Mallory qui, en 1921, avait dirigé l'escouade parvenue au Chang-la, et le Dr L. G. Longstaff qui, en 1905, avait atteint près de 7300 mètres dans l'Himalaya Central[3]. Deux Canadiens faisaient partie aussi de la mission, le Dr A. Wakefield, de Québec, et le Dr T. H. Sommerwell. Tout le personnel qui accompagna l'expédition avait été choisi parmi les populations des pays voisins de ceux que l'on avait à traverser, Kanjoutes de Hounza-Nagor, Baltis, Tibétains, Sherpas du Népal, Bothias du Sikkim, ces derniers surtout étant de robustes montagnards.

Une expédition présentant des difficultés aussi considérables avait obligé à constituer une véritable caravane. En plus des nombreux porteurs, il n'y avait pas moins de 500 mules. Il fallait assurer le ravitaillement et en même temps transporter tout le matériel nécessaire pour la production de l'oxygène dont l'inhalation était indispensable pour atteindre les plus hautes altitudes. Des systèmes très ingénieux avaient été imaginés. Chaque ascensionniste se munissait en temps voulu d'un appareil qu'il portait sur le dos, appareil composé de quatre cylindres d'acier contenant chacun environ 240 litres d'oxygène sous la pression de 120 atmosphères, le tout pesant 14 kilos et demi ; des canalisations amènent le gaz dans des appareils de régularisation, d'où un tube souple le conduit sous le masque dont est muni l'alpiniste[1]. Mais ces quatre cylindres ne fournissent guère de gaz pour plus de 7 heures ; aussi a-t-il fallu faire assurer des dépôts par des porteurs successifs. L'expédition a emporté environ 150 cylindres et 16 appareils de production d'oxygène.

En mars 1922, l'expédition s'était réunie à Darjeeling et, le 26, un premier échelon se mit en marche pour gagner, par la vallée du Chumbi, la région située au nord de l'Everest. Après avoir franchi le Jelep-la, col s'ouvrant à 4.287 mètres, on eut à faire encore une montée très rude par la vallée du Chumbi pour atteindre le plateau tibétain à Phari Dzong, village situé à 4.290 mètres. Le 6 avril, la mission entière se trouva groupée en ce point.

Là, au lieu de continuer plus loin vers le nord dans la direction de Lhassa, pour tourner ensuite vers l'ouest au voisinage des lacs Bam-tso et Kala-tso, comme on l'avait fait en 1921, l'expédition coupa ce coude en s'enfonçant à travers les plateaux élevés que dominent les monts Pawhunri et, après avoir franchi trois chaînes hautes de 5.100 mètres, elle gagna, le 11 avril, Kampa Dzong, qui se trouve à 4.633 mètres, à peu de distance du cours du Yaru. Continuant la route vers l'ouest par Tinki Dzong et Shekar Dzong, localités situées à 4.206 et 4.456 mètres, l'expédition arrivait très près de la ligne Nord de l'Everest.

De Shekar Dzong, le général Bruce entreprit l'exploration du glacier de Rongbuk, s'étant proposé d'atteindre par là, du côté Nord, l'arête Nord-Nord-Ouest de l'Everest, tandis que, dans la précédente campagne, on avait gagné cette arête par l'Est en partant de Kharta. La nouvelle tentative était beaucoup plus favorable, car elle évitait des difficultés de trajet, comme la montée du Lhakpa-la, col de 6.750 mètres, d'où il avait fallu redescendre sur le glacier oriental du Rongbuk pour remonter ensuite au Chang-la, à 7.007 mètres.

Le 30 avril, la caravane vint installer sa base d'opérations dans la vallée de Rongbuk, en vue des glaciers qu'elle devait franchir pour atteindre l'arête de l'Everest, et le 5 mai, le camp n° 1 fut établi au-dessus de la jonction du glacier oriental et du glacier principal du Rongbuk, à 5.364 mètres. Un camp n° 2 fut installé à

1. *Revue générale des Sciences*, 15 mars 1922, p. 132. — Le colonel Howard Bury, qui a été le chef de cette première expédition, a fait, le 4 mai 1922, devant la Société de Géographie de Paris, une conférence sur le voyage accompli, et l'on peut déjà se rendre compte des résultats scientifiques nombreux et très variés qui ont été obtenus (*La Géographie*, juin 1922, p. 104-126, 1 carte et 4 gr.).

2. Des détails sur cette seconde expédition ont été donnés notamment dans le *Times*, le *Geographical Journal*, et *La Géographie*. Le dernier article paru dans *La Géographie* est celui de M. J. Nippgen (sept.-oct. 1922, p. 317). Nous signalons aussi d'importants articles, avec cartes et gravures, de M. Charles Rabot, dans *L'Illustration*, 17 et 24 juin, 29 juillet 1922.

3. Voir la *Revue gén. des Sc.* du 30 juillet 1907, p. 569.

1. Un rapport de M. P. J. H. Unna, résumant les travaux de la Commission anglaise chargée d'étudier l'emploi de l'oxygène aux grandes altitudes, a été publié dans l'*Alpine Journal*, mai 1922, p. 235-250.

5 kilomètres en amont, à 5.900 mètres. Le 8 mai, un troisième camp fut établi à 6.400 mètres, sur les flancs du Chang-tsé, et le 17, un quatrième fut dressé à 600 mètres plus haut, sur le Chang-la même. De ce jour, on pouvait songer à tenter résolument l'assaut du sommet.

Le 19 mai, quatre membres de l'expédition, MM. Georges Mallory, Sommerwell, Norton et Morshead, accompagnés de neuf porteurs, se mirent en route pour gagner l'arête Nord-Nord-Ouest, qui pouvait les amener au sommet. Après quelques heures d'ascension, ils parvinrent à une altitude de 7.620 mètres, où fut dressé un cinquième camp. Les voyageurs s'étaient presque tous fortement ressentis de l'extrême rigueur de la température, mais Morshead seul fut dans l'impossibilité de continuer sa marche ; les trois autres poursuivirent l'ascension de l'arête et, sans avoir fait usage des appareils à oxygène, ils purent monter jusqu'à 8.167 mètres, mais leurs souffrances ne leur permirent pas d'aller au delà.

De leur côté, les capitaines Finch et Geoffrey Bruce, ce dernier neveu du général commandant l'expédition, lesquels étaient tous deux installés au camp n° 3, se préparaient à faire l'assaut, mais en employant les appareils à oxygène. Cet outillage avait beaucoup souffert de ses nombreux transports et on s'efforça de le remettre en état ; aussitôt que ce fut fait, les deux officiers firent leurs essais en montant au Chang-la (7.007 mètres). Les résultats ayant été satisfaisants, ils poursuivirent leur marche et, le 24 mai, ils gagnèrent le camp n° 4. Dès le lendemain, ils commencèrent à gravir l'arête Nord-Nord-Ouest, ayant avec eux un sous-officier gourkha et douze porteurs. Après quatre heures et demie de marche, ils atteignirent 7.772 mètres. Mais ils furent alors arrêtés par un tel ouragan avec chute de neige qu'ils durent camper. Ce fut seulement le 27 mai qu'ils purent se lancer à nouveau. A 7.925 mètres d'altitude, le Gourkha dut abandonner la partie. Les deux Anglais continuèrent avec ardeur en se partageant quatre cylindres laissés par le sous-officier qui en avait six, ce qui amena la charge de chacun à 22 kilogs. Laissant l'arête Nord-Nord-Ouest, ils se dirigèrent vers le sommet de l'Everest en suivant un versant escarpé des plus périlleux. A midi, ils avaient atteint 8.321 mètres ; ils se trouvaient là à 519 mètres au-dessous du sommet, mais ils étaient tellement épuisés et refroidis qu'ils durent opérer leur descente. Le sol était en outre tellement glissant et impraticable qu'il aurait fallu creuser à coups de pic des lignes de passage pour éviter des chutes dans le vide. Ce n'en est pas moins une vraie gloire pour l'expédition que d'avoir pu la première atteindre une pareille altitude.

Ceux des explorateurs qui étaient les plus épuisés, partis du camp de Rongbuk le 5 juin, regagnèrent l'Angleterre et purent rentrer à Londres le 17 juillet. Mais quelques-uns se trouvant encore en état de continuer leurs efforts, le général Bruce décida de lancer de suite un nouvel assaut. Le capitaine Finch avait espéré pouvoir y prendre part, mais dès son arrivée au camp n° 1, il dut lui aussi y renoncer. Ce fut seulement une petite colonne comprenant trois membres de l'expédition, les Anglais Mallory et Crawford, et le Canadien Sommerwell, qui, le 6 juin, laissa le camp n° 3 pour s'acheminer vers le Chang-la. Tous les trois, attachés à la même corde avec un porteur, marchaient en tête ; derrière eux étaient quatorze porteurs groupés en trois cordées. Tout à coup, un craquement se fit entendre, et la nappe de neige que suivaient les voyageurs glissa en avalanche, entraînant toute la bande. Après une forte descente, Mallory et ses compagnons parvinrent à se dégager et il en fut de même de la cordée suivante. Quant aux deux autres, elles disparurent et l'on découvrit sept cadavres. Après cette catastrophe, tout venait empêcher de poursuivre de nouvelles tentatives.

De leur côté, le major Norton et le capitaine Bruce avaient été herboriser dans le pays de Kharta, situé à l'est de l'Everest, et ils y furent rejoints par le général Bruce et le capitaine Noël. Cette région était intéressante à explorer à raison de sa magnifique végétation et des gorges formidables de l'Arun. Le capitaine Noël a pris des vues photographiques nombreuses de cette contrée [1]. De Kharta, la colonne revint aux Indes par l'itinéraire suivi à l'aller.

Quant aux résultats scientifiques obtenus par les campagnes de 1921 et 1922 dirigées vers l'Everest, ils sont de la plus haute valeur. Au point de vue géographique, la région a été étudiée à fond et ce sont de véritables explorations nouvelles qui ont été faites. Des connaissances géologiques des plus précieuses ont été rapportées surtout par la première expédition dont faisait partie M. Héron en qualité de géologue [2]. Il faut y ajouter toutes les données se rapportant au climat et aux phénomènes météorologiques de cette région, la plus haute du monde, qui rappelle les pôles, tout en étant proche du tropique du Cancer.

Les explorateurs ont pu constater cependant que, malgré les températures extrêmement basses qui ont été relevées dans ce massif montagneux, il présente un caractère climatique exceptionnel et qu'on n'aurait pu soupçonner. L'on peut en effet ascensionner et même camper entre 7.000 et 8.000 mètres sans avoir recours à des inhalations d'oxygène. Le général Bruce estime que le sommet de l'Everest pourra être atteint un jour. Mais, pour y réussir, il faut se prémunir le plus possible contre toutes les causes qui sont venues entraver l'expédition. Il faut tenir compte de toutes les observations météorologiques faites pour se donner le plus de chance de gravir la cime par un temps offrant moins de risques. Puis, il faut que la troupe se compose d'hommes suffisamment jeunes et n'ayant pas ressenti avant l'assaut trop de fatigues antérieures au cours de l'expédition.

Gustave Regelsperger.

1. Ces photographies, reproduites dans *L'Illustration* (nos des 5, 12 et 26 août 1922), montrent tous les aspects grandioses et saisissants des glaciers de Rongbuk et des principales cimes et lignes montagneuses avoisinant l'Everest. On a présenté avec raison ces photographies comme « une impressionnante série ».

2. Ses observations ont été publiées cette année dans *The Geographical Journal*. Elles visent une contrée n'ayant pas moins de 128,000 kilomètres carrés de superficie.

LES ÉTAPES DE L'ENDOCRINOLOGIE ET SON ÉTAT ACTUEL [1]

Pour juger de l'état actuel de la question des sécrétions internes, il faut se rappeler ses origines et ses premiers développements.

I

Comment s'est formée et comment s'est développée cette question, je l'ai montré il y a une dizaine d'années [2] en déterminant la part respective de Claude Bernard et de Brown-Séquard dans l'établissement de cette grande notion des glandes endocrines, l'une des plus fécondes qui se rencontre dans toute l'histoire des doctrines physiologiques.

Claude Bernard, dès 1855, avait vu que le sang qui vient du foie contient toujours du sucre, qui se forme dans le foie aux dépens d'une matière analogue à l'amidon, se retrouve dans les artères et y reste en proportion constante. D'où il avait conclu que le foie, en formant cette substance et la déversant dans le sang, se comporte comme une glande, mais comme une glande dont le produit de sécrétion, au lieu d'être versé en dehors de l'organisme par un conduit excréteur, est jeté dans le milieu intérieur, dans le sang, par les veines de l'organe : ce produit de sécrétion, c'est ce qu'il appela une *sécrétion interne*. Il ajouta qu'il existe « beaucoup d'autres glandes sanguines, telles que la rate, le corps thyroïde, les capsules surrénales, les glandes lymphatiques [3] », et que la fonction de toutes ces glandes est de maintenir la composition du sang; c'est un rôle tout chimique. Ce rôle d'ailleurs, il faut bien le dire, était, sauf en ce qui concerne celui du foie par rapport au sucre, hypothétique [4].

Brown-Séquard, à la suite d'expériences qu'il ne jugeait pas insuffisantes, mais qui l'étaient en réalité, crut pouvoir attribuer à l'extrait testiculaire une puissante action dynamogénique et, généralisant hardiment, il émit avec force cette idée, que beaucoup d'organes sécrètent dans le sang des produits qui ont la propriété d'agir électivement sur d'autres organes. Ce sont les glandes à sécrétion interne, et leur rôle est tout physiologique. C'est ce que l'avenir devait démontrer.

Ainsi, un seul fait, dominateur, il est vrai, à cause de sa portée physiologique, puisqu'il révélait une nouvelle fonction du foie et d'une importance capitale, non moins qu'en raison de ses conséquences, puisque tout le fonctionnement des muscles et la thermogenèse animale devaient en être éclairés et, d'autre part, qu'il allait être la base de toute explication du diabète, et une théorie mal assise, voilà ce que Claude Bernard a apporté à la doctrine des sécrétions internes dont il a eu le premier la claire conception. Et un fait incomplètement étudié et par suite mal établi, mais une idée neuve et juste et qui s'est montrée d'une exceptionnelle fécondité, voilà ce que Brown-Séquard a apporté et pourquoi il mérite d'être considéré, lui aussi, comme le fondateur de la doctrine des sécrétions internes.

Comment, sur cette base, la doctrine a-t-elle pu prendre l'extension que l'on sait ?

II

A partir du moment où Claude Bernard exposa sa conception des sécrétions internes jusqu'aux premières expériences de Brown-Séquard sur l'action physiologique et thérapeutique de l'extrait testiculaire, il s'écoula plus de trente ans. Durant cette longue période de temps aucun travail ne s'inspire de la théorie soutenue par Bernard, personne même n'en parle. Ouvrons un des meilleurs et des plus complets traités de physiologie de l'époque immédiatement antérieure aux travaux de Brown-Séquard, celui de Beaunis; il s'agit de la troisième édition, publiée en 1888. On y trouve bien au t. II, à la page 224, un chapitre sur les glandes vasculaires sanguines; en voici le début : « La physiologie de ces organes est encore très obscure, cependant un lien étroit les rattache tous entre eux, c'est qu'ils jouent un rôle essentiel dans la formation des globules blancs. » Est-ce là une trace des idées de Claude Bernard sur le rôle des glandes vasculaires comme organes modificateurs du sang? La chose est possible, quoique Beaunis ne mentionne même pas ces idées. Ouvrons le même volume, au même chapitre, au

1. Conférence faite à l'Université de Bruxelles le 18 mai 1922.

2. E. Gley : Relations entre les organes à sécrétions internes et les troubles de ces sécrétions. *XVIIe Congrès Intern. de Méd.*, Londres, 1913. Cf. aussi *Les sécrétions internes*, Paris, 1914, p. 11-22.

3. Claude Bernard : *Rapport sur les progrès et la marche de la physiologie générale en France*, Paris, 1867, p. 84.

4. Voy. E. Gley : *Quatre leçons sur les sécrétions internes*, Paris, 1920, p. 22.

paragraphe consacré à la glande thyroïde (p.784); l'auteur parle des « résultats variables » de l'extirpation de cette glande et ajoute : « Schiff croit qu'elle sert à la nutrition des centres nerveux ; d'après Rogowitsch elle aurait pour fonction de détruire un produit toxique pour le cerveau. » Ici non plus les mots de sécrétion interne ne sont pas prononcés. Et le *Traité* de Beaunis est un des rares ouvrages de l'époque où une place, quelque modeste qu'elle soit, est faite aux glandes vasculaires sanguines.

Mais voici Brown-Séquard et ses expériences de 1889-1891. Aussitôt la notion de sécrétion interne de se répandre partout. Les travailleurs s'empressent. Les travaux se multiplient. Presque tout de suite la masse des faits groupés autour de la théorie paraît considérable. Tout cela cependant n'a pu se produire sur-le-champ. Que s'est-il passé?

Il faut se rappeler que la question des sécrétions internes, une fois le principe posé, est née tout autant d'observations pathologiques que d'expériences physiologiques. Seulement, jusqu'aux publications de Brown-Séquard, ces observations ne concernaient que des entités morbides sans relation entre elles. Du jour où les idées de Brown-Séquard furent connues, on y rapporta ces faits pathologiques qui vinrent par conséquent à leur appui et qui prirent du même coup une importance nouvelle.

En même temps on s'efforça de reproduire par l'expérimentation sur les animaux les désordres observés sur l'homme malade. Cette phase physiologique de la question commence tout de suite après les premiers travaux de Brown-Séquard et rétrograde même dans le passé, les physiologistes s'emparant de faits plus ou moins anciens du même genre, parce qu'ils comprirent alors que tous ils relevaient de la même cause ; on vit qu'ils s'expliquaient tous par des troubles de sécrétions internes. Cette méthode de l'extirpation des organes avec observation des troubles consécutifs ne fut pas la seule employée par les physiologistes. Ils eurent simultanément recours à la méthode dont s'était servi Brown-Séquard, c'est-à-dire l'étude des effets produits par les injections d'extraits d'organes sur les animaux sains ou malades.

Pour établir la doctrine nouvelle, il suffit donc de réunir et de grouper les syndromes morbides antérieurement décrits et attribués au déficit de différents organes qui venaient d'être considérés comme étant des glandes endocrines, de former un groupe analogue avec les phénomènes résultant de l'extirpation des mêmes organes et enfin de classer les extraits d'organes d'après la spécificité de leur action physiologique.

L'édifice ainsi construit a-t-il formé un tout homogène et inébranlable ? Toutes les parties qui le composent sont-elles d'égale solidité ?

III

Examinons d'abord la valeur de l'ensemble de connaissances qui constitue l'apport de la pathologie à la théorie des sécrétions internes.

A la fin du XVIIIe siècle, Flajanni (1748-1808) en Italie, puis en Angleterre Parry en 1825 et Graves en 1835, et en Allemagne K. von Basedow en 1840 avaient, d'une façon indépendante, décrit le goitre exophtalmique. Cette affection, dont la pathogénie fut si discutée durant tant d'années et fut longtemps si incertaine, ne commença de s'éclairer que lorsqu'on en chercha la cause dans un trouble de la fonction thyroïdienne. — En 1855 le médecin anglais Addison découvrit la maladie qui porte son nom et l'attribua à une lésion destructive des capsules surrénales. On sait que ce sont les observations d'Addison qui donnèrent à Brown-Séquard l'idée de ses expériences de surrénalectomie double (1856). Les deux ordres de faits, pathologiques et physiologiques, ne se montrèrent pas superposables. Et ce fut là sans doute une des causes principales des difficultés que présente la pathologie comme la physiologie des surrénales, difficultés qui ne sont point encore résolues. — Plus tard, les médecins anglais W. Gull et W. W. Ord, l'un en 1872 et l'autre en 1878, firent connaître le myxœdème, mais ce syndrome ne prit toute sa signification que quand les chirurgiens suisses J. L. Reverdin en 1882, J. L. et A. Reverdin en 1883 et Kocher la même année eurent remarqué que beaucoup de leurs opérés de goitre présentaient une cachexie spéciale que l'anglais F. Semon en 1884 identifia avec le myxœdème de Gull et de Ord. — Vers la même époque, en France Lancereaux, en 1877-79, isolait une forme particulièrement grave du diabète, le *diabète maigre*, qu'il rapportait à une altération profonde du pancréas et Pierre Marie, en 1886, décrivait l'acromégalie et la lésion de l'hypophyse qui en est la cause.

Cependant, qu'il s'agît des surrénales, de la thyroïde, de l'hypophyse ou du pancréas, personne n'avait pensé qu'il pût y avoir entre tous ces organes quelque chose de commun, qu'ils fussent de la même famille et par suite que leurs maladies pussent ressortir à un trouble fonctionnel, non de même nature évidemment, mais de même espèce. « Personne, ai-je dit, à commencer par

les auteurs, ne songea, avant les premières publications de Brown-Séquard, à attribuer les troubles résultant de la destruction soit de la thyroïde, soit du pancréas à la suppression d'une sécrétion interne [1]. »

La contribution des pathologistes à l'édification de la théorie des sécrétions internes, toute importante qu'elle est, n'est donc qu'indirecte. Elle n'a eu toute son utilité qu'après que la théorie avait été émise; alors les matériaux qu'elle fournissait ont pris place dans l'ensemble de nos connaissances sur la question. Ce n'est donc qu'après coup pour ainsi dire que les faits pathologiques ont éclairé la physiologie; il a fallu d'abord que la physiologie fournît la donnée explicative qui leur manquait. C'est ce que l'on voit bien, par exemple, avec le travail de Lancereaux sur le diabète. Pourquoi Lancereaux n'avait-il pu imposer sa conception du diabète maigre, d'origine pancréatique? N'est-ce pas surtout parce qu'on avait trouvé des altérations destructives en apparence très profondes du pancréas, sans que les malades, pendant leur vie, eussent été diabétiques? Du jour où les expériences d'extirpation du pancréas montrèrent qu'il suffit qu'un très petit fragment de l'organe ait échappé à l'opération pour que l'animal ne devienne pas diabétique, on s'expliqua les prétendues contradictions des observations anatomo-cliniques. Alors il n'y eut plus personne qui ne saisît la relation entre le pancréas et le diabète. Restait encore à savoir la nature de cette relation. Elle se révéla quand le pancréas put être considéré comme une glande à sécrétion interne; le produit de cette sécrétion faisant défaut, il y a hyperglycémie, puis glycosurie abondante. Ainsi par deux fois la physiologie vint dans ce cas donner la raison du fait pathologique, une première fois en apportant la preuve décisive de son origine, la seconde fois en le rapportant à sa cause. Elle s'est donc bien montrée ici la science explicative qu'elle doit être et qu'elle est par essence.

Maladie d'Addison, myxœdème et goitre exophtalmique, acromégalie, diabète maigre, ce n'est là que le premier et ancien apport de la pathologie à la théorie des sécrétions internes, au moment même du renouveau de cette théorie, quand Brown-Séquard lui rendit la vie. Quelle fut, depuis lors, la part de la pathologie dans le développement de nos connaissances sur cette question? Force est de constater que la clinique s'est engagée depuis une vingtaine d'années dans des directions où, loin de rendre service à la pathologie, elle a contribué à l'enfoncer dans des erreurs où cette science n'avait que trop de tendance à verser. Le chapitre des troubles des glandes endocrines a pris une extension qui paraît démesurée. On a prétendu expliquer une foule d'états morbides par l'hyper ou l'hypofonctionnement de ces organes, sans se demander et sans demander d'abord à la physiologie s'il est possible qu'il y ait des phénomènes d'hyper ou d'hypo-sécrétion permanente de telles glandes. J'ai déjà présenté de ces deux notions, que l'on a mises au premier plan de la pathologie des glandes endocrines et auxquelles tant de médecins ont accordé une si grande importance, une critique assez serrée [1]; il n'y a pas été répondu. La première chose à faire actuellement serait un travail de revision des donnés cliniques et anatomo-pathologiques que l'on a acceptées si facilement; ce travail devrait être entrepris sous le contrôle des notions générales et des principes les plus solides de la physiologie sur la question des sécrétions internes.

IV

La théorie des sécrétions internes se fortifia et s'enrichit par la mise en œuvre de la méthode physiologique d'extirpation des organes avec observation des phénomènes de déficit consécutifs à l'opération et constatation de la disparition ou de l'atténuation de ces phénomènes par l'administration régulière d'extrait de l'organe enlevé. C'est ce que j'ai appelé une méthode de concordance ou de convergence. Malheureusement l'application intégrale de cette méthode n'a donné de résultats positifs que dans deux cas, le cas de la thyroïde et celui de la glande génitale mâle; on sait que les accidents de la thyroïdectomie sont améliorés, sinon supprimés, par les injections d'extrait thyroïdien et que les déficiences résultant de la castration disparaissent sous l'action de l'extrait testiculaire. Par contre, l'inefficacité reconnue des extraits surrénaux dans la maladie d'Addison aussi bien que pour combattre les accidents de la surrénalectomie est un fait très troublant pour la conception régnante des fonctions des surrénales.

Quant aux expériences consistant en l'extirpation seule des surrénales, de l'hypophyse, du thymus et même du pancréas, elles nous ont beaucoup appris par elles-mêmes, par l'étude analytique des troubles consécutifs à la suppression de ces différents organes. Mais, comme les extraits de

1. E. Gley : *Quatre leçons sur les sécrétions internes*, Paris, 1920, p. 30.

1. E. Gley : *Les sécrétions internes, principes physiologiques, applications à la pathologie*, Paris, 1914, p. 88-93; 2e édit., 1921, p. 81-86.

ces organes se sont montrés impuissants à réparer les phénomènes de déficit constatés, ces expériences ne nous ont rien appris sur la fonction endocrine même de ces glandes. On est seulement entré en possession ici d'un ensemble de documents d'ordre pathologique, analogues à ceux que les médecins avaient recueillis sur l'homme. Il n'en résulte pas que les organes dont il s'agit fonctionnent comme glandes endocrines.

La méthode des extraits d'organes employée pour elle-même n'a pas été plus féconde. Je parle de cette méthode qui consiste à injecter à des animaux divers des extraits d'organes variés et à noter les effets produits par ces injections. C'étaient là des expériences de pharmacodynamie, mais non de physiologie. On s'imaginait cependant faire ainsi œuvre de physiologiste, parce que l'on croyait avoir là le moyen d'étudier les produits des sécrétions internes. J'ai montré comment avait pu se produire une telle confusion [1]. On commence à ne plus s'expliquer celle-ci et on comprend encore moins sa longue durée, d'autant que, comme je l'ai dit, des avertissements, à plusieurs reprises, s'étaient fait entendre [2]. Les expérimentateurs ont d'abord suivi, sans doute sans y réfléchir, la voie ouverte par Brown-Séquard. On se rappelle que celui-ci, en même temps qu'il posait le principe fondamental des sécrétions internes, avait eu l'idée, pour combattre des troubles divers qu'il attribuait à l'affaiblissement ou à la perte d'une fonction endocrine de la glande génitale mâle, de préparer un extrait aqueux de cette glande et de l'injecter sous la peau. Il avait eu bien soin cependant de remarquer que cet extrait, de même que ceux d'autres organes que l'on emploierait pour remédier à d'autres déficiences fonctionnelles, pourraient ne pas être efficaces et qu'il conviendrait dans ces cas de chercher si le sang venant des organes ne serait pas plus actif. Ces expériences prévues sur les actions des divers sangs veineux glandulaires, il ne les entreprit point. Et cette observation si judicieuse resta complètement négligée. Elle le fut d'autant plus que le succès des extraits thyroïdiens, c'est ce que j'ai fait remarquer [3], parut déposer tout à fait en faveur de la méthode et que, peu d'années après, la découverte de l'action cardio-vasculaire de l'extrait surrénal et celle de la même action du sang veineux surrénal parurent démontrer que la méthode permettait vraiment de déceler les propriétés spécifiques des sécrétions internes. C'est depuis lors que presque partout on confondit sécrétions internes et extraits d'organes. J'ai dénoncé l'illégitimité de cette confusion, en même temps que je montrais tous les inconvénients de la méthode, ses causes d'erreurs intrinsèques et partant inévitables. Personne n'a répondu à cette critique; aucun des nombreux médecins et des physiologistes qui ont utilisé la méthode n'en a pris la défense. Je ne reviendrai donc pas sur ces critiques. Il y a un autre moyen de juger de la valeur de la méthode, c'est de se demander quels ont été pour la physiologie les résultats de son application. Ces résultats sont les suivants :

1° l'action thérapeutique des extraits thyroïdiens a été d'une aide précieuse dans la détermination de la fonction thyroïdienne ;

2° l'effet des extraits testiculaires sur le rétablissement des caractères sexuels secondaires chez des animaux castrés (Gallinacés surtout) ;

3° la découverte de l'action cardio-vasculaire de l'extrait surrénal, qui a conduit à celle de l'adrénaline;

4° la découverte de l'action des macérations acides de muqueuse duodéno-jéjunale sur la sécrétion pancréatique, qui a conduit à la détermination du mécanisme de cette sécrétion.

Deux de ces faits sont relatifs à l'action morphogène des sécrétions internes et les deux autres à leur action fonctionnelle (action dite d'hormones). Mais, qu'il s'agisse des uns ou des autres, il n'en est aucun qui, à lui seul, aurait suffi à établir l'une des fonctions à la détermination de laquelle il a cependant contribué pour sa part. Loin qu'il soit sorti des recherches faites sur les actions des extraits organiques des notions toujours applicables à la physiologie des glandes endocrines, ces recherches ont trop souvent conduit à des théories fausses, comme la théorie des glandes hyper et hypotensives, comme la généralisation injustifiée des hormones, comme la théorie de l'action galactogène et de l'action diurétique d'une prétendue hormone hypophysaire, comme celle de la sécrétion interne des reins, etc. Pour ces raisons, parce que le principe même sur lequel elle s'est fondée est faux et parce que la mise en pratique de ce principe a eu les plus fâcheuses conséquences, la méthode des extraits d'organes, comme moyen d'étude des sécrétions internes, comme méthode physiologique, est condamnée. Et ce sera dans l'avenir un sujet de singulier étonnement que l'on ait pu pendant des années confondre sécrétions internes

1. E. Gley : *Les sécrétions internes, principes physiologiques, applications à la pathologie*, Paris, 1914, p. 42-43; 2e édit., p. 40. Cf. aussi *Quatre leçons sur les sécrétions internes*, Paris, 1920, p. 73; 2e édit., 1921, p. 77-78.

2. Voy. E. Gley : *Les sécrétions internes...*, p. 43; 2e édit., p. 40-41, et *Quatre leçons...*, p. 75; 2e édit., p. 79-81.

3. E. Gley, *loc cit.*

et extraits d'organes et croire que l'action des uns était équivalente à l'action des autres.

V

Il semble bien, à l'heure actuelle, que des méthodes le plus souvent employées jusqu'ici dans l'étude des sécrétions internes on ait obtenu tout ce qu'elles pouvaient donner. Raison de plus pour recourir à la méthode rationnelle. Le principe posé par Brown-Séquard a conservé toute sa valeur : les glandes sans conduit excréteur déversent dans le sang des substances douées d'actions spéciales. Je veux bien que l'illustre physiologiste, délaissant le principe à peine posé, se soit engagé dans l'étude trompeuse des extraits d'organes. Mais dès 1893 et en 1897 j'avais remis au jour les textes si clairs de Claude Bernard desquels ressort avec la plus grande netteté le principe de sa découverte de la glycémie normale, la découverte de la première sécrétion interne. Ce principe, auquel venait s'ajouter en le fortifiant l'idée nouvelle émise par Brown-Séquard, ne montrait-il pas à tous les chercheurs la direction à suivre ? « Supposer à une glande une fonction de sécrétion interne, ai-je dit [1], c'est par définition se proposer de rechercher et de caractériser dans le sang veineux de cet organe ou dans la lymphe le produit de la sécrétion. » Par quel paradoxe alors, au lieu d'obéir à la logique et de s'efforcer de chercher dans le sang veineux des diverses glandes, puis dans le sang général les substances spéciales prévues par Claude Bernard et par Brown-Séquard, les expérimentateurs se laissèrent-ils presque tous entraîner dans l'impasse qu'ouvrait la facile et séduisante, mais décevante méthode des extraits d'organes ? Quelques travaux isolés maintinrent seuls les droits de la logique expérimentale.

L'importance de ces travaux, leur signification physiologique, leur haute valeur méthodologique ne sauraient être trop mises en lumière.

Il faut rappeler d'abord le rôle du foie comme glande à sécrétion interne : non seulement le sang des veines sus-hépatiques contient plus de sucre que le sang artériel (Claude Bernard), mais il contient aussi plus d'urée (E. de Cyon, 1870 ; Waldemar von Schröder, 1882) ; et dans ce dernier fait il y a la preuve de l'existence d'une fonction glandulaire excrétrice par voie indirecte, d'une sécrétion *intéro-externe*[2], comme j'ai appelé cette sorte de sécrétion, puisque l'urée, formée dans le foie et déversée dans le sang, est retirée du sang par le rein pour être rejetée en dehors de l'organisme. Ce n'est pas tout. Plus tard, Gley et Pachon (1895-96) et Delezenne (1896) montrèrent que le foie, sous diverses influences, sécrète une substance anticoagulante qui passe dans le sang par les veines sus-hépatiques. Enfin Doyon découvrit (1905) que le fibrinogène du sang se forme aussi dans le foie d'où il passe semblablement dans le sang. Quelle complexité fonctionnelle ! La même cellule est apte à former des substances qui, conformément à la conception première des sécrétions internes, la conception de Claude Bernard, servent à maintenir la composition du sang (fibrinogène et antithrombine), et en outre une substance nutritive (la glycose du sang), et enfin une substance de déchet (l'urée), à laquelle il conviendrait peut-être d'ajouter d'autres corps de même nature, les phényl-sulfates. N'est-il pas surprenant qu'on ait méconnu ce rôle endocrine du foie au point de ne pas même mentionner cet organe parmi les glandes à sécrétion interne ? C'est le grave oubli que commet, par exemple, A. Biedl, l'auteur de l'ouvrage le plus considérable que nous possédions sur les sécrétions internes. Il semble qu'on n'ait voulu tenir pour des glandes à sécrétion interne que celles qui produisent des substances excitantes de fonctions, des hormones, ou des substances que l'on qualifiait telles. C'est pour cela qu'à partir de 1913 j'ai rappelé avec insistance le rôle endocrine multiple du foie [1], pour montrer l'extension du domaine des sécrétions internes et que le cadre des hormones est bien trop étroit pour les contenir toutes. Et c'est alors que j'ai proposé une classification des glandes endocrines et de leurs produits [2] qui a au moins le mérite de faire voir qu'il y a là un groupe d'organes à fonctions très diverses et de produits de nature et d'action très différentes.

On remarquera que tous les produits de sécrétion interne formés par la glande hépatique satisfont à ce que j'ai appelé la double condition physiologique des sécrétions internes [3], c'est à savoir le passage d'une substance spécifique dans le sang veineux de la glande, puis dans le sang aortique. Cette démonstration a été faite pour

1. E. Gley : *Quatre leçons sur les sécrétions internes*. Paris, 1920, p. 39.
2. E. Gley : *Les sécrétions internes...*, Paris, 1914, p. 36 ; 2e édit., p. 32.

1. E. Gley : Relations entre les organes à sécrétions internes et les troubles de ces sécrétions. XVIIe *Congrès intern. de méd.*, Londres, 1913.
2. E. Gley : Classification des glandes à sécrétion interne et des produits qu'elles sécrètent. *Presse médicale*, 23 juillet 1913, p. 605, et *Les sécrétions internes*, Paris, 1914, p. 70-72 ; 2e édit., p. 62-64.
3. E. Gley : *Quatre leçons sur les sécrétions internes*, Paris, 1920, p. 46.

l'antithrombine et pour le fibrinogène non moins que pour la glycose et pour l'urée.

Semblable démonstration n'existe, en outre, que pour la substance, d'origine pancréatique, qui règle le métabolisme des sucres et dont le défaut amène le diabète, et pour la substance, d'origine intestinale, la sécrétine, qui provoque la sécrétion pancréatique. Cette démonstration a été donnée aussi, mais d'une façon indirecte seulement, pour l'harmozone testiculaire et pour l'hormone galactogène, d'origine encore incertaine, sinon inconnue [1]. Pour l'adrénaline la démonstration est incomplète, puisque, si sa présence est incontestée dans le sang de la veine surrénale, elle est encore discutée dans le sang de la circulation générale. C'est même pour cela, parce que la destination de l'adrénaline est incertaine, que la question de la fonction surrénale est de nouveau pendante.

On a critiqué cette double condition physiologique dont j'ai soutenu la nécessité pour la démonstration sûre d'une sécrétion interne. On a dit qu'une telle exigence réduirait singulièrement le nombre des sécrétions internes. A cela je pourrais répondre simplement par le vieux proverbe français : *Un tu le tiens vaut mieux que deux tu l'auras*, ou par le proverbe anglais : *A bird in the hand is worth two in the bush.* Mais il y a mieux à dire. On m'accordera bien d'abord que les résultats fournis par la méthode d'exploration des propriétés du sang se distinguent par leur précision et par leur solidité; dans chaque cas, le résultat obtenu se suffit à lui-même; ainsi, par la présence du sucre dans le sang des veines sus-hépatiques, puis par le passage de cette substance dans le sang artériel on établit non seulement une fonction du foie, mais aussi le mécanisme de la sécrétion de la substance une fois formée et l'on prévoit sa destination. Il y a longtemps que j'ai montré qu'il ne suffit pas, pour connaître une sécrétion, sa signification et son rôle, d'avoir étudié la formation du produit sécrété, déterminé les conditions de sa production, analysé le produit lui-même, il faut chercher s'il a une action et sur quels organes ou s'il n'est qu'un déchet. « Le concept de glande, disais-je dès 1893 [2], n'est clair et précis qu'à la condition qu'il contienne une notion physiologique, celle de la spécialisation de l'élément cellulaire sécréteur et celle de la destination du produit sécrété; autrement, toutes les cellules pourraient être dites glandulaires, car il n'en est pas une qui n'élabore une substance qu'elle utilise ou qu'elle rejette, et l'on arriverait ainsi à confondre la sécrétion avec les actes mêmes de la nutrition cellulaire. Quelle est donc la nature physiologique des produits élaborés dans les véritables éléments sécréteurs. Ce sont des substances résultant de *mutations fonctionnelles*, la matière transformée ne devient pas partie intégrante du protoplasma, l'élément sécréteur la fabrique *spécialement*, mais non pour lui, pour d'autres organes et pour le fonctionnement général de l'organisme, dont toutes les parties sont solidaires. La destination des produits sécrétés n'est en effet pas moins caractéristique que leur nature; ces produits sont employés à d'autres usages qu'à ceux des éléments qui les ont fabriqués et dans d'autres parties de l'organisme. » Je ne crois pas que cette conception soit contestée pour les sécrétions externes. Mais les raisons qui l'ont fait accepter pour celles-ci valent semblablement pour les sécrétions internes. Les conditions dans lesquelles se trouvent les unes ne diffèrent pas des conditions des autres. Or, comment connaître la destination des produits de sécrétion interne sinon par le passage de ces produits dans le sang de la circulation générale? La recherche de la substance spécifique s'impose donc dans le sang artériel non moins que dans les sangs veineux glandulaires [1]. — Assurément cette double recherche n'est pas toujours réalisable, et c'est ce que je concède volontiers et d'autant plus volontiers que je l'ai remarqué déjà et que je n'ai pas manqué de noter que la détermination d'une sécrétion interne est possible aussi par une méthode de convergence que j'ai décrite et dont je rappelais tout à l'heure le principe. Ce n'est pas seulement une question de technique qui empêche l'application de la méthode à l'hypophyse, par exemple, ou au thymus et qui la rend difficile pour le testicule, l'ovaire et la thyroïde; c'est une question d'ordre physiologique. Nous ignorons en effet dans quelles conditions les glandes productrices d'harmozones entrent en activité [2]; il est possible qu'elles ne fonctionnent pas toujours de la même façon; chez les animaux à caractères sexuels secondaires temporaires, par exemple, les glandes génitales ne fonctionnent qu'à une époque de l'année; il est donc vraisemblable que le sang efférent de ces organes ne

1. Voir E. Gley : *Quatre leçons sur les sécrétions internes*, Paris, 1920, p. 101 et 140; 2e édit., 1921, p. 105 et 146 (relation critique sommaire des expériences de Harms, de Ribbert, de Basch, de Mironoff, etc.).

2. E. Gley : *Les sécrétions internes, principes physiologiques, applications à la pathologie*, Paris, 1914, p. 60; 2e édit, p. 55-56.

1. Voy. E. Gley : *Quatre leçons sur les sécrétions internes*, Paris, 1920, p. 44.

2. E. Gley : *Quatre leçons sur les sécrétions internes*, Paris, 1920, p. 45 et 133; 2e éd., 1921, p. 45 et 137.

contient pas constamment une égale quantité de produit spécifique et qu'il y a même des moments où il n'en contient point du tout, bref, que cette quantité varie suivant diverses conditions ; et ainsi on peut bien arriver à recueillir assez de sang veineux de ces organes pour essayer d'en déterminer les propriétés, mais, si ce sang ne manifeste aucune activité, on n'en saurait conclure que l'organe n e se comporte pas comme une glande endocrine ; il se peut que le fait tienne simplement à ce que le sang a été puisé à un moment de moindre activité ou d'inactivité de la glande. Ces remarques s'appliquent à plus forte raison au sang général ; il est clair que celui-ci ne peut manifester temporairement les propriétés d'un sang veineux glandulaire que si on l'a recueilli dans une période de production accrue de la substance active qui passe dans ce sang veineux.

Quoi qu'il en soit, il reste que la méthode de choix, dans la recherche et l'étude des sécrétions internes, et qui est telle parce qu'elle est la méthode logique, rationnelle, est la méthode d'exploration des propriétés des sangs veineux glandulaires et de ces mêmes propriétés temporairement transférées au sang artériel.

VI

La considération de la nature des produits sécrétés par les glandes endocrines et l'analyse de leurs propriétés m'ont amené à établir parmi ces produits des distinctions que l'on n'avait point faites et qui me paraissent nécessaires : les hormones, auxquelles on peut ajouter les parhormones, ne représentent pas, comme beaucoup l'avaient cru, tous les produits endocrines ; il faut en séparer, d'une part, des substances qui, d'une façon générale et en dehors d'autres rôles qu'elles peuvent avoir, servent au maintien de la composition du sang et, d'autre part, les substances morphogénétiques ou harmozones.

La catégorie des substances qui maintiennent la composition du sang, glycose, fibrinogène et antithrombine, rend son intérêt à la notion première des sécrétions internes, telle que Claude Bernard l'avait conçue. On a pu croire cette notion périmée, quand celle des hormones, puis celle des harmozones, imposées par des faits éclatants, se découvraient à tous les esprits. Mais les idées qui sortent d'un corps solide d'expériences ne perdent point de leur valeur avec le temps ni parce que d'autres idées sont venues s'y ajouter ; leur vie peut devenir latente, elles restent vivantes. L'idée que Claude Bernard avait su tirer de l'ensemble des faits qui constituent la glycémie normale revit maintenant ; elle a d'abord acquis la généralité qui lui manquait et par suite a pris plus d'importance depuis que nous connaissons l'origine endocrine du fibrinogène et de l'antithrombine. Et cette importance s'accroît encore si l'on remarque que par cette notion des glandes régulatrices du milieu intérieur se trouve complétée et singulièrement fortifiée une autre des notions capitales que la physiologie doit aussi à Claude Bernard, celle du milieu intérieur. Ainsi ce grand esprit non seulement a vu que le milieu dans lequel vivent les animaux est constant, mais encore a découvert l'un des mécanismes essentiels qui maintient cette constance, c'est à savoir la sécrétion régulière dans le milieu sanguin de substances constitutives de ce milieu. Sa démonstration, il est vrai, n'a porté que sur une seule de ces substances, mais l'idée sortie de cette démonstration et qu'il a exprimée avec tant de forte simplicité était si juste que, après plus de soixante ans, les découvertes nouvelles y trouvent leur explication adéquate. Preuve saisissante de la puissance de cette logique expérimentale qu'il a créée et si magistralement célébrée !

Quant à la notion des hormones et à celle des harmozones, on a montré tout ce qu'elles ont apporté à la physiologie, les idées neuves et fécondes dont elles l'ont enrichie. Il est impossible cependant de ne pas rappeler que la considération des hormones a conduit à la notion des excitants humoraux. « La preuve a été largement fournie de l'existence d'excitants humoraux, autogènes, qui agissent sur différents tissus ou organes, soit par l'intermédiaire du système nerveux dont ils mettent en jeu les fonctions, soit directement. Mis à part le cas de l'anhydride carbonique, rien, avant les études concernant les glandes endocrines, ne laissait soupçonner ce fait. Par cette découverte, les vagues explications d'actions nerveuses autonomes ont été remplacées par des mécanismes précis parfaitement déterminés. C'est toute une conception nouvelle du fonctionnement organique qui s'est développée [1] »

Il est également impossible d'oublier que la considération des hormones et des harmozones a conduit à la notion des corrélations fonctionnelles d'origine humorale. Ce n'est pas que l'idée de corrélation ne soit anciennement connue. « Il est évident, disait déjà Cuvier [2], que l'harmonie convenable entre les organes qui agissent les uns sur les autres est une condition nécessaire de l'existence de l'être auquel ils appartiennent. »

1. E. Gley : *Quatre Leçons sur les sécrétions internes*, Paris, 1920, p. 120 ; 2e édit., 1921, p. 124.
2. G. Cuvier : *Anatomie comparée*, 1835, 2e édit., t. I, p. 50.

Mais tous les physiologistes pensaient que le système nerveux seul unit entre elles les différentes parties de l'organisme et établit le concert entre leurs fonctions. Cette conception régna jusqu'à nos jours. En 1887, François-Franck écrivait : « Les organes les plus parfaits ne sont que des mécanismes auxquels une impulsion étrangère est indispensable pour entrer en fonction. C'est la sensibilité qui donne cette impulsion [1]. » Et, plus près de nous, en 1905, alors que la théorie des sécrétions internes s'était déjà imposée, l'auteur d'un gros traité de physiologie continuait à prétendre que « le système nerveux est à la fois l'instrument des relations de l'animal avec son milieu et des relations fonctionnelles des viscères entre eux [2] ». Tout le monde reconnaît aujourd'hui qu'il y a des corrélations fonctionnelles soustraites à l'action du système nerveux, des corrélations de nature chimique, les corrélations humorales.

A la question des harmozones se rattache encore la découverte d'un principe tout nouveau. Parmi ces substances, les plus importantes sont certainement celles dont l'action produit ou règle la croissance de l'être. Par là pour la première fois s'est montré accessible à l'investigation physiologique le problème mystérieux de l'ontogenèse. Quel progrès inattendu dans un domaine qui paraissait fermé ! et quelles espérances ne peut-on concevoir d'une étude qui, pour ses débuts, a révélé la cause de la formation du squelette et celle du développement des caractères sexuels secondaires et fait entrevoir celle du développement cérébral !

Ici se placerait une dernière question, celle de l'action de quelques sécrétions internes sur le système nerveux. Mais c'est une question qui, encore qu'ébauchée seulement, mériterait d'être traitée par elle-même.

De cette esquisse de la question des sécrétions internes, dans son état actuel, il ressort sans doute que les principes essentiels sont fixés, que des notions fondamentales sont acquises, mais que bien des problèmes sont encore pendants. Il faut s'employer à les résoudre. C'est la tâche de l'heure présente ou de l'avenir.

E. Gley,
Professeur au Collège de France.

1. FRANÇOIS-FRANCK : Système nerveux, in *Dictionn. encyclopédique des sc. médicales*, p. 618.
2. F. LAULANIÉ : *Eléments de physiologie*, 2e éd., 1905, p. 878.

LE CHANGE, PHÉNOMÈNE NATUREL

Le présent mémoire est destiné :

1° à exposer une théorie scientifique des phénomènes de change ;

2° à montrer la place qu'ils occupent parmi les phénomènes naturels ;

3° à développer quelques-unes des très nombreuses conséquences politiques qu'entraîne cette théorie [1].

PREMIÈRE PARTIE

THÉORIE DU CHANGE

I. — DÉFINITIONS PRÉLIMINAIRES

Dans la plupart des pays civilisés, il est publié mensuellement, par les Services de Statistique, un indice dit « *des prix de gros* ». Pour calculer cet indice, on additionne, chaque mois, les prix d'un certain nombre de denrées et marchandises, choisies une fois pour toutes (45 pour l'indice de la Statistique générale de la France).

On fait choix d'une période dite *période de base* et l'on représente par 100 l'indice moyen relatif à cette période. Si pour la période de base la somme des prix des marchandises considérées est égale à 3.000, par exemple, il suffit de diviser par 30 le total obtenu pour le rendre égal à 100. Dans cette hypothèse, on obtiendra l'indice mensuel, rapporté à la période de base, en divisant par 30 le nombre obtenu, chaque mois, par l'addition des prix des marchandises retenues pour le calcul de l'indice.

On voit ainsi que l'indice des prix de gros augmente avec la moyenne générale des prix, et l'on peut dire que, lorsque cet indice croît, le pouvoir d'achat de l'unité monétaire, à l'aide de laquelle sont exprimés les prix étudiés, décroît dans la même proportion.

Ceci posé, si I est l'indice des prix de gros, à un instant donné, à l'intérieur d'un certain pays, nous appellerons *pouvoir d'achat intérieur de la monnaie de ce pays* la grandeur

$$\frac{100}{I},$$

le pouvoir d'achat de la même monnaie, pendant la période de base, étant pris pour unité.

1. Cette théorie se rattache d'une manière si étroite à l'enseignement de M. Colson à l'Ecole Polytechnique, que nous tenons à lui en faire hommage ici. Les vues qu'il développe sur le mécanisme des prix sont l'origine des idées à priori qui nous ont conduit à la théorie des changes, dont le présent article expose la vérification expérimentale.

(On vérifie immédiatement que, pendant la période de base, l'indice des prix de gros étant égal à 100 par définition, la grandeur π est bien égale à l'unité.)

Nous appellerons *cours du change du pays* (2) *dans le pays* (1) et nous désignerons par $c_{1.2}$ le nombre d'unités monétaires du pays (1) nécessaire pour acquérir l'unité monétaire du pays (2).

L'unité monétaire du pays (1) permettra donc d'acquérir $\frac{1}{c_{1.2}}$ unités monétaires du pays (2). Si nous désignons par $\pi_{1.1}$ le pouvoir d'achat intérieur de la monnaie du pays (1), par $\pi_{2.2}$ le pouvoir d'achat intérieur de la monnaie du pays (2), l'unité monétaire du pays (1) donnera dans le pays (2) un pouvoir d'achat $\frac{1}{c_{1.2}}\pi_{2.2}$, que nous appellerons *pouvoir d'achat de l'unité monétaire du pays* (1) *dans le pays* (2) et désignerons par le symbole $\pi_{1.2}$.

II. — PRINCIPES

Ceci posé, notre théorie des changes s'exprime par les deux principes suivants, dont nous exposerons plus loin la vérification expérimentale :

PRINCIPE 1. — *En première approximation et lorsque dans les pays* (1) *et* (2) *il n'est pas pratiqué d'émissions de papier-monnaie autres que des émissions d'origine commerciale, la monnaie du pays* (1) *s'échange contre celle du pays* (2) *à un cours qui lui donnera, à l'intérieur du pays* (2), *un pouvoir d'achat sensiblement égal à celui qu'elle possède à l'intérieur du pays* (1).

Autrement dit, le cours du change $c_{1.2}$ du pays (2) dans le pays (1) sera tel que $\frac{1}{c_{2.1}}\pi_{2.2}$ soit très peu différent de $\pi_{1.1}$.

Posons :

$$\pi_{1.1} - \frac{1}{c_{1.2}}\pi_{2.2} = p_{1.2}.$$

Nous appellerons *disparité de la monnaie du pays* (1) *dans le pays* (2) la grandeur $p_{1.2}$. La disparité de la monnaie du pays (1) dans le pays (2) sera positive lorsque la monnaie du pays (1) aura un pouvoir d'achat intérieur plus grand que celui qu'elle possède dans le pays (2). Cette disparité sera négative dans le cas contraire.

Le principe 1 signifie que la valeur absolue de la disparité de la monnaie du pays (1) dans le pays (2) est petite, relativement au pouvoir d'achat intérieur $\pi_{1.1}$ de la monnaie du pays (1).

Afin qu'il ne soit pas commis d'erreur d'interprétation, relativement à la portée du principe 1, il importe d'insister sur la première partie de son énoncé. Celle-ci précise, en effet, que ce principe n'est applicable que lorsque dans les pays (1) et (2) il n'est pas pratiqué d'émissions de papier-monnaie autres que des émissions d'origine commerciale, c'est-à-dire provoquées par les besoins de l'escompte des effets de commerce.

Ainsi se trouvent exclus de notre étude des pays comme l'Allemagne ou la Russie qui augmentent d'une manière continue leur circulation fiduciaire. Les phénomènes de change qui s'y produisent sont de même nature que dans les autres pays, mais les apparences se trouvent compliquées par des phénomènes nouveaux, dont nous traiterons dans un autre mémoire consacré à l'étude de l'inflation. Nous devons faire remarquer, dès maintenant, que le pouvoir d'achat du franc en Allemagne est, pendant les périodes d'inflation, très différent du pouvoir d'achat du franc en France. La différence qui sépare ces deux grandeurs, différence qui varie constamment, est de l'ordre du pouvoir d'achat du franc en France et peut même le dépasser.

Notre théorie du change s'applique donc seulement à des Etats à circulation métallique ou dont la circulation fiduciaire varie peu, tels la France, les Etats-Unis, l'Angleterre, l'Espagne, la Suisse, la Belgique, l'Italie pendant les années 1920-21-22. Elle sera étendue facilement au cas des pays qui pratiquent l'inflation d'une manière continue.

PRINCIPE 2. — *Les variations de la disparité de la monnaie du pays* (1) *dans chacun des autres pays ont pour effet de maintenir l'équilibre de la balance des comptes du pays* (1), *ou de le rétablir lorsqu'il y a été accidentellement troublé.*

Nous rappelons que la balance des comptes d'un pays est, à chaque instant, la différence algébrique entre le montant des dettes payables à l'étranger et celui des créances extérieures exigibles.

Il importe d'insister sur le fait que, dans le calcul de la balance des comptes, il n'entre que des dettes et des créances, et que ces dettes et créances ne se distinguent en rien suivant leur origine.

Un pays peut acquérir des créances étrangères de deux façons différentes et de deux seulement :

soit en exportant à l'étranger des marchandises ou des services (transports maritimes, par exemple), des monnaies métalliques, des métaux précieux, ou enfin du pouvoir d'achat sous forme de papier-monnaie ;

soit en se faisant reconnaître, par des traités politiques, des créances d'un montant déterminé.

De la même manière, un pays ne peut devenir débiteur de l'étranger que par des traités poli-

tiques ou par l'importation de marchandises, de services, de monnaie métallique, de métaux précieux ou de pouvoir d'achat sous forme de papier-monnaie.

Les dettes et créances étant ainsi acquises, il n'existe et ne peut exister aucun autre procédé de règlement que la compensation, opération qui consiste dans l'annulation d'une dette par la transmission au créancier d'une créance que le débiteur doit posséder.

Le paiement en billets de banque, par exemple, n'est que le transfert d'une créance sur la banque qui a émis les billets. Le paiement en or, lui-même, peut être considéré comme un transfert de créance puisque, en régime de circulation métallique, l'administration des monnaies de chaque pays s'engage, en général, à remettre, en échange d'un poids quelconque d'or fin, de la monnaie nationale. Le transfert d'or est donc un transfert de créance sur l'administration des monnaies du pays qui le reçoit.

Il est indispensable de bien comprendre que tous les moyens de payement, tous les envois d'effets de commerce, ne créent ni dettes ni créances étrangères, mais sont seulement des procédés de compensation des dettes et créances acquises par l'un des procédés que nous avons énumérés.

En outre, il faut insister sur le fait que des dettes ou créances n'entrent dans le calcul de la balance des comptes que lorsqu'elles sont exigibles. Jusqu'à l'instant de leur exigibilité, elles n'exercent aucune influence sur le montant de cette balance, réserve faite des phénomènes, peu importants d'ailleurs, auxquels l'escompte des effets de commerce peut donner lieu.

Ceci posé, un exemple précisera l'énoncé du principe 2. Si $p_{1.2}$ est positif, le pouvoir d'achat de la monnaie du pays (1) est plus grand à l'intérieur du pays (1) que dans le pays (2). Il sera donc avantageux d'acheter dans le pays (1) et de vendre dans le pays (2), pour rapatrier ensuite dans le pays (1), par l'échange de la monnaie de (2) contre celle de (1), les capitaux provenant de cette vente. La grandeur de la disparité mesure l'importance de cet avantage. Il est bien évident, d'ailleurs, que l'opération inverse, consistant à acheter dans (2) pour vendre dans (1), est rendue désavantageuse dans la même proportion, par l'existence de cette disparité.

Le principe 2 signifie que, si le déficit de la balance des comptes du pays (1) augmente, soit par suite d'une augmentation du déficit de la balance commerciale, soit par la venue à échéance de dettes que le pays (1) aurait contractées à l'étranger par des traités politiques, la disparité positive $p_{1.2}$ devra augmenter, pour qu'augmente l'avantage que les exportateurs de (1) trouvent à vendre dans (2), et diminuer au contraire celui que les exportateurs de (2) peuvent avoir à vendre dans (1).

Ainsi se trouvera corrigée l'augmentation du déficit de la balance des comptes du pays (1) par l'augmentation des exportations de (1) dans (2) et la diminution consécutive des importations de (2) dans (1).

Il est normal de rechercher par quel mécanisme se trouvent pratiquement réalisées, sur les marchés financiers, ces variations de disparité.

En supposant constants les pouvoirs d'achat intérieurs de la monnaie des pays (1) et (2), la disparité $p_{1.2}$ de la monnaie du pays (1) dans le pays (2) dépend du cours du change de la monnaie de (1) contre celle de (2). Or, l'offre et la demande des moyens de paiement sur l'étranger sont le facteur essentiel de la détermination pratique du cours des changes.

Ainsi, par exemple, lorsque les chèques sur Londres sont plus demandés qu'offerts, le cours de la livre sterling à Paris s'élève, ce qui détermine un accroissement de la disparité du franc en Angleterre. C'est donc bien la loi de l'offre et de la demande qui règle le jeu des phénomènes de change.

III. — VÉRIFICATION DES PRINCIPES

Pour la vérification des principes 1 et 2, nous conviendrons de compter positivement les dettes payables et négativement les créances exigibles. De la sorte, lorsque la balance des comptes d'un pays sera déficitaire, le nombre qui la traduira sera positif.

Si nous représentons par des courbes (fig. 1) les variations de la disparité et celles de la balance des comptes, l'augmentation du déficit de cette balance se traduit par une portion ascendante de la courbe qui lui correspond. Cette augmentation doit déterminer une augmentation de la disparité, qui se traduit, à son tour, par une portion ascendante de la courbe de disparité. A partir d'une certaine valeur de la disparité, le déficit de la balance des comptes se trouve corrigé par les phénomènes consécutifs à l'augmentation de la disparité. La courbe de la balance commerciale doit donc être descendante et la diminution de déficit qu'elle exprime a pour effet de diminuer, à son tour, la valeur de la disparité.

De sorte que, si le principe 2 est vrai, les courbes qui traduisent les variations de la balance des comptes et celles de la disparité doivent présenter des formes analogues, tout maximum ou mini-

mum de l'une devant se retrouver dans l'autre. C'est là ce que nous vérifierons par la suite.

La première partie de ce travail est destinée à prouver que la théorie contenue dans les principes 1 et 2 est vraie au sens scientifique du mot,

Fig. 1.

c'est-à-dire qu'elle donne une explication satisfaisante de tous les faits observés.

Toutefois, avant d'en rechercher la vérification expérimentale, il n'est pas inutile de montrer que notre théorie est mathématiquement possible, autrement dit que les conditions qu'expriment les principes 1 et 2, jointes à celles qui doivent être nécessairement satisfaites entre les différents marchés financiers, ne fixent pas plus de conditions qu'il n'est d'inconnues dans le problème.

§ 1. — Justification mathématique

Nous considérerons les marchés financiers de trois pays (1), (2) et (3). Soient $\pi_{1.1}$, $\pi_{2.2}$, $\pi_{3.3}$ les pouvoirs d'achat intérieurs des monnaies des pays (1), (2) et (3). Ces pouvoirs d'achat dépendent, pour chacun de ces pays, d'un certain nombre de conditions, dont la détermination fera l'objet du travail que nous consacrerons à l'étude de l'inflation. Ils ont, à chaque instant, une valeur bien déterminée que la connaissance des nombres indices correspondants permet de calculer. Ils sont donc une fonction bien déterminée du temps et nous pouvons écrire :

$$\pi_{1.1} = f_1(t) \qquad \pi_{2.2} = f_2(t) \qquad \pi_{3.3} = f_3(t).$$

Nous considérerons, d'autre part, les pouvoirs d'achat des monnaies des pays (1), (2) et (3) dans chacun des autres pays. En vertu des définitions précédemment énoncées, nous pouvons écrire le système d'équations ci-dessous :

$$(1)\begin{cases} \pi_{1.1} = f_1(t) & \pi_{2.1} = \pi_{2.2} + p_{2.1} & \pi_{3.1} = \pi_{3.3} + p_{3.1} \\ \pi_{1.2} = \pi_{1.1} + p_{1.2} & \pi_{2.2} = f_2(t) & \pi_{3.2} = \pi_{3.3} + p_{3.2} \\ \pi_{1.3} = \pi_{1.1} + p_{1.3} & \pi_{2.3} = \pi_{2.2} + p_{2.3} & \pi_{3.3} = f_3(t). \end{cases}$$

Ceci posé, notre définition du cours du change du pays (2) dans le pays (1), qui nous a conduit à l'équation :

$$\pi_{1.2} = \frac{1}{c_{1.2}}\,\pi_{2.2}$$

nous donne pour les pays (1), (2) et (3) :

$$(2)\begin{cases} & c_{2.1} = \dfrac{\pi_{1.1}}{\pi_{2.1}} & c_{3.1} = \dfrac{\pi_{1.1}}{\pi_{3.1}} \\ c_{1.2} = \dfrac{\pi_{2.2}}{\pi_{1.2}} & & c_{3.2} = \dfrac{\pi_{2.2}}{\pi_{3.2}} \\ c_{1.3} = \dfrac{\pi_{3.3}}{\pi_{1.3}} & c_{2.3} = \dfrac{\pi_{3.3}}{\pi_{2.3}} & \end{cases}$$

D'autre part, l'unité monétaire du pays (1) permet d'acquérir sur le marché financier du pays (1) $\frac{1}{c_{1.2}}$ unités monétaires du pays (2).

Sur le marché financier du pays (2) elle en donne $c_{2.1}$.

Si l'on n'avait pas

$$\frac{1}{c_{1.2}} = c_{2.1},$$

il serait possible, en changeant constamment de la monnaie du pays (1) contre celle du pays (2) dans l'un des pays (1) ou (2), et en la transformant en monnaie de (1) dans l'autre de ces deux pays, de réaliser indéfiniment des bénéfices, ce qui est évidemment impossible.

On a donc nécessairement :

$$\frac{1}{c_{1.2}} = c_{2.1}$$

et ceci permet d'écrire le système :

$$(3)\begin{cases} c_{1.2} \cdot c_{2.1} = 1 \\ c_{1.3} \cdot c_{3.1} = 1. \\ c_{2.3} \cdot c_{3.2} = 1. \end{cases}$$

De la même manière si l'on n'avait pas :

$$c_{1.2} \cdot c_{2.3} \cdot c_{3.1} = 1$$

il serait possible en changeant, par exemple, de la monnaie de (1) contre celle de (2) sur le marché financier de (1), la monnaie obtenue contre celle de (3) sur le marché financier de (2), et celle-ci contre de la monnaie de (1) sur le marché financier de (3), de réaliser indéfiniment des bénéfices, ce qui est évidemment impossible.

Nous avons donc nécessairement :

$$(4) \qquad c_{1.2} \cdot c_{2.3} \cdot c_{3.1} = 1.$$

D'autre part, soient $b_{1.2}$, $b_{1.3}$; $b_{2.1}$, $b_{2.3}$; $b_{3.1}$, $b_{3.2}$ les balances des comptes des groupes de pays (1)

et (2), (1) et (3), (2) et (1), (2) et (3), (3) et (1), (3) et (2); et soient B_1, B_2, B_3 les balances totales des comptes des pays (1), (2) et (3).

On a évidemment :

$$(5)\begin{cases} B_1 = b_{1.2} + b_{1.3} \\ B_2 = b_{2.1} + b_{2.3} \\ B_3 = b_{3.1} + b_{3.2} \end{cases}$$

et

$$(6)\begin{cases} b_{1.2} = - b_{2.1} \\ b_{1.3} = - b_{3.1} \\ b_{3.2} = - b_{2.3} \end{cases}$$

Le principe 2 signifie qu'il existe une relation entre les variations des disparités p_1, $p_{1.3}$ de la monnaie du pays (1) dans les pays (2) et (3) et celles des balances des comptes $b_{1.2}$, $b_{1.3}$.

Il nous permet donc d'écrire les trois équations

$$(7)\begin{cases} F_1\,(dp_{1.2},\ dp_{1.3},\ db_{1.2},\ db_{1.3}) = 0 \\ F_2\,(dp_{2.3},\ dp_{2.1},\ db_{2.3},\ db_{2.1}) = 0 \\ F_3\,(dp_{3.1},\ dp_{3.2},\ db_{3.1},\ db_{3.2}) = 0 \end{cases}$$

Il signifie en outre que l'existence de ces relations a pour effet de maintenir l'équilibre de la balance totale des comptes du pays (1); c'est-à-dire que, pour la position d'équilibre du marché financier des trois pays, on doit avoir, à chaque instant :

$$B_1 = 0$$
$$B_2 = 0$$
$$B_3 = 0$$

Mais les systèmes 5 et 6 entraînant la relation :

$$B_1 + B_2 + B_3 = 0,$$

l'égalité $B_3 = 0$ résulte des deux précédentes et le dernier système se réduit aux deux équations :

$$(8)\begin{cases} B_1 = 0 \\ B_2 = 0 \end{cases}$$

Ainsi le problème de l'équilibre des changes se traduit pour trois pays par un système de trente équations à trente et une inconnues. Nous pourrons donc exprimer trente d'entre elles en fonction de la dernière, le temps par exemple, et nous aurons, à chaque instant, la valeur de toutes les inconnues du problème.

§ 2. — Vérification expérimentale

Ayant ainsi montré que notre théorie est possible au sens mathématique du mot, il nous reste à montrer qu'elle est vraie.

PRINCIPE 1. — Nous vérifierons le principe 1 pendant la période 1920-21-22 et pendant la période 1912-13, prétendant ainsi prouver que notre théorie s'applique aussi bien au régime de la circulation métallique qu'à celui du cours forcé.

Nous écartons l'année 1919 pour éviter l'exposé des répercussions de l'inflation.

Pour la vérification des principes 1 et 2, le choix des unités est capital. Nous prendrons pour unité de pouvoir d'achat, le pouvoir d'achat moyen du franc en France pendant la période 1901-10. Autrement dit, si pendant un certain mois I_F est l'indice des prix de gros en France rapporté à la base 100 pour la période 1901-10 (indice publié chaque mois par les services de la Statistique générale de la France), le pouvoir d'achat du franc pendant le mois considéré sera $\frac{100}{I_F}$, exprimé en unités égales au pouvoir d'achat moyen du franc en France pendant la période 1901-10. Nous désignerons cette unité par le symbole $U_{F.\,1901\text{-}10}$.

De même, si I_A est pour le même mois l'indice des prix de gros en Angleterre rapporté à la base 100 pour la période 1901-10, le pouvoir d'achat de l'unité monétaire anglaise sera, pour ce mois, $\frac{100}{I_A}$, exprimé en unités égales au pouvoir d'achat moyen de la livre sterling en Angleterre pendant la période 1901-10 ($U_{A.1901\text{-}10}$).

Pour comparer ces deux grandeurs il est nécessaire d'établir un lien entre les unités dans lesquelles elles sont exprimées.

Nous admettrons que, pendant la période 1901-10, le pouvoir d'achat moyen d'un gramme d'or était sensiblement le même en Angleterre et en France. Si, en effet, le pouvoir d'achat d'un gramme d'or avait été pendant un certain temps supérieur en Angleterre à ce qu'il était en France pendant la même période, les achats de marchandises faits en Angleterre pour le compte de la France eussent rapidement rétabli, par suite de la libre circulation de l'or, l'égalité des pouvoirs d'achat. Cette hypothèse serait d'ailleurs susceptible d'une vérification expérimentale, par la comparaison des prix moyens des mêmes marchandises en Angleterre et en France pendant la période 1901-10. Elle sera rendue infiniment vraisemblable par les considérations qui seront développées dans la deuxième partie de cet exposé.

En admettant cette égalité des pouvoirs d'achat moyens d'un gramme d'or en Angleterre et en France, pendant la période 1901-10, nous pouvons écrire, la livre sterling contenant 25,22 fois plus d'or que le franc :

$$U_{F.1901\text{-}10} = \frac{1}{25{,}22}\,U_{A.1901\text{-}10},$$

de sorte que le pouvoir d'achat de la livre sterling, en $U_{F.1901-10}$, sera pour le mois considéré :

$$\frac{100 \times 25,22}{I_A}.$$

Or, si $c_{F.A}$ est, pour le même mois, le cours moyen du change de la monnaie anglaise en France, c'est-à-dire le nombre de francs nécessaires pour acquérir une livre sterling, 1 franc permettra d'acquérir $\frac{1}{c_{F.A}}$ livre sterling, et aura par suite en Angleterre un pouvoir d'achat :

$$\pi_{F.A} = \frac{1}{c_{F.A}} \times \frac{100 \times 25,22}{I_A},$$

pouvoir d'achat exprimé en $U_{F.1901-10}$.

Pour vérifier le principe 1, nous tracerons sur le même diagramme (fig. 2) les courbes du pouvoir d'achat du franc en France et dans différents pays étrangers.

Pour les années 1920-21-22, nous avons établi ces courbes en prenant, pour la France, l'indice mensuel des prix de gros de la Statistique générale de la France, pour l'Angleterre, l'indice de Sauerbeck, pour les Etats-Unis, l'indice de Dun et pour l'Italie, celui du Professeur Bachi.

Ces quatre indices, ramenés à la base 100 pour la période 1901-10, sont donnés mensuellement par le Bulletin de la Statistique générale de la France.

L'indice des prix de gros en Espagne est donné par le même bulletin, mais rapporté à la base 100 pour l'année 1913. Nous avons admis, par généralisation de l'hypothèse précédemment énoncée, l'égalité du pouvoir d'achat moyen de 1 gramme d'or en France et en Espagne pendant l'année 1913, ce qui nous a permis d'exprimer le pouvoir d'achat du franc en Espagne en $U_{F.1901-10}$ en multipliant l'indice des prix de gros en Espagne par l'indice moyen des prix de gros en France pendant l'année 1913.

Nous avons tiré les moyennes mensuelles des changes du Recueil mensuel de l'Institut International du Commerce de Bruxelles. Cette publication donne des indices de change, qui sont le produit par 100 du rapport du cours du change, tel que nous l'avons défini, à celui qui traduirait la parité métallique des deux monnaies envisagées.

Si C_A est le cours du change de la livre sterling en France, l'indice de change correspondant sera :

$$C'_A = 100 \times \frac{C_A}{25,22},$$

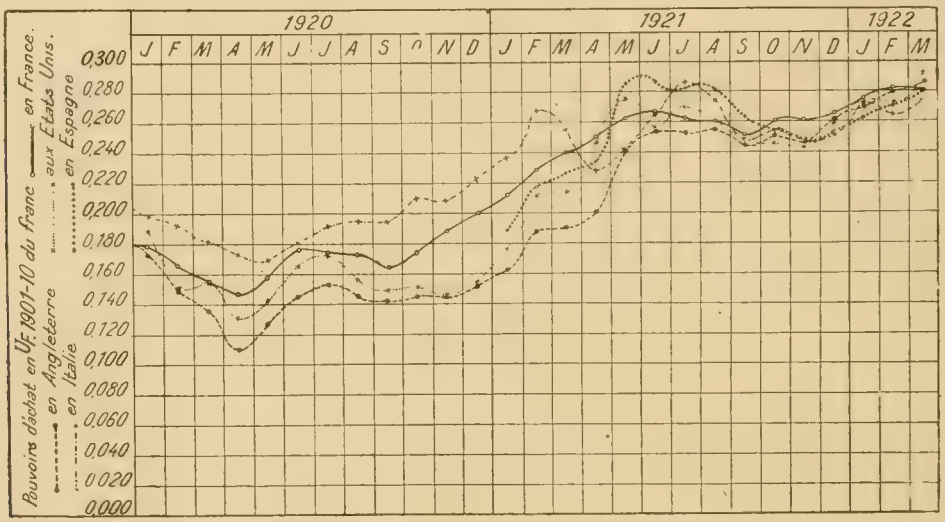


Fig. 2. — *Pouvoirs d'achat en* $U_{F.1901-10}$ *du franc en France, en Angleterre, aux Etats-Unis, en Italie et en Espagne.*

ce qui nous donne pour le calcul du pouvoir d'achat du franc en Angleterre la formule

$$\pi_{F.A} = \frac{10.000}{I_A.C'_A}.$$

A titre d'exemple, nous donnons ci-dessous le calcul du pouvoir d'achat du franc en Angleterre pour l'année 1920 :

ANNÉE 1920

Mois	I_A	C'_A	$\pi_{F.A} = \frac{10.000}{I_A C'_A}$	$\pi_{F.F} - \pi_{F.A}$
J	334	171	0,174	+ 0,004
F	354	191	0,149	+ 0,017
M	356	206	0,136	+ 0,020
A	362	253	0,110	+ 0,037
M	354	224	0,126	+ 0,031
J	348	198	0,145	+ 0,031
J	347	189	0,153	+ 0,021
A	345	201	0,145	+ 0,028
S	339	207	0,142	+ 0,022
O	327	211	0,145	+ 0,029
N	305	228	0,144	+ 0,044
D	282	234	0,152	+ 0,047

La figure 2 représente les variations des pouvoirs d'achat du franc en France, en Angleterre, aux Etats-Unis, en Italie et en Espagne, pouvoirs d'achat exprimés en UF. 1901-10.

Elle nous montre que pendant toute la période 1920-21 la disparité du franc n'a pas dépassé 0,051 en Angleterre, pour une valeur du franc en France de 0,213 (Janv. 1921), soit 0,24 de la valeur correspondante du franc (chiffres exprimés toujours en UF. 1901-10).

Aux Etats-Unis la disparité a atteint en décembre 1920 sa valeur maximum, soit 0,22 de la valeur correspondante du franc. En Italie, elle a atteint sa plus grande valeur en février 1921, soit 0,17 de la valeur correspondante du franc.

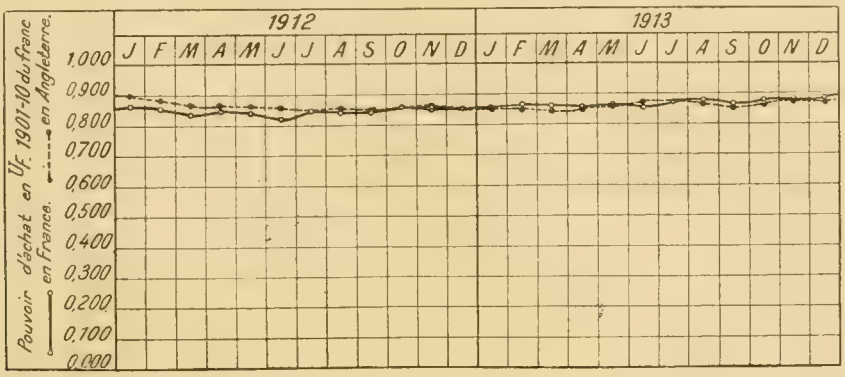


Fig. 3. — *Pouvoirs d'achat du franc en France et en Angleterre en* UF. 1901-10.

En Espagne, enfin, elle n'a pas dépassé 0,11 de la valeur correspondante du franc, et ceci pour le mois de janvier 1921.

La figure 2 nous montre, en outre, que pendant l'année 1921, cependant que la France s'éloignait de la période de troubles monétaires consécutive à la guerre et due principalement à l'inflation pratiquée à cette époque, les courbes représentant le pouvoir d'achat du franc à l'étranger se rapprochaient d'une manière continue de celle qui traduisait le pouvoir d'achat du franc en France.

D'octobre 1921 à mars 1922, la disparité du franc n'a pas dépassé :

0,015 en Angleterre (nov. 21) soit 0,05 de la val. corresp. du fr.
0,017 en Italie (fév. 22) soit 0,06 de la val. corresp. du fr.
0,018 aux Etats-Unis (nov. 21) soit 0,06 de la val. corr. du fr.
0,015 en Espagne (nov. 21) soit 0,06 de la val. corr. du fr.

Ainsi d'octobre 1921 à mars 1922 le pouvoir d'achat du franc à l'étranger ne s'est pas écarté du pouvoir d'achat du franc en France de plus de 6/100 de cette dernière valeur. Le principe 1 peut donc être tenu pour largement vérifié.

Pour montrer qu'il représente une loi permanente des phénomènes de change, nous avons cherché à le vérifier pendant une période de libre circulation de l'or, soit pendant les années 1912-13.

Pour cette période nous avons tracé les courbes du pouvoir d'achat du franc en France et du franc en Angleterre. Les indices des prix de gros nous ont été fournis par le Bulletin de la Statistique générale de la France. Nous avons déterminé les moyennes mensuelles de change en calculant la moyenne arithmétique de quatre ou cinq valeurs prises dans le mois à huit jours d'intervalle.

La figure 3 nous montre que, dans cette période, la disparité du franc en Angleterre, tantôt négative et tantôt positive, n'a jamais dépassé en valeur absolue 0,037, valeur atteinte en juin 1912 et qui n'est que les 4/100 de la valeur correspondante du franc.

Ce résultat étant du même ordre que le précédent, et par suite le confirmant, nous tiendrons le principe 1 pour établi.

PRINCIPE 2. — Il reste alors à assurer dans les mêmes conditions la vérification du principe 2.

Pour ce faire, il nous suffira de vérifier, comme nous l'avons montré précédemment, la similitude de forme des courbes représentant les variations de la balance des comptes et celles de la disparité, *tout maximum ou tout minimum de l'une devant se retrouver dans l'autre.*

Toutefois une difficulté se présente dans le tracé de la courbe de la balance des comptes. S'il est relativement facile de connaître les engagements internationaux arrivés à échéance et résultant pour chaque Etat de traités politiques, il n'est pas possible de déterminer d'une manière complète le total des dettes et créances d'origine commerciale.

Nous avons montré précédemment que ces dettes et créances ne pouvaient provenir que de ventes de marchandises, de services, de monnaies

métalliques, de métaux précieux, ou de papier-monnaie.

Or, ces éléments ne nous sont pas tous également connus.

Les mouvements de marchandises sont révélés, d'une manière à peu près satisfaisante, par les statistiques douanières.

Par contre, la valeur des services vendus ou achetés à des étrangers ne peut être trouvée dans aucun document existant. Ces services, que l'on a qualifiés d'exportations invisibles, se composent essentiellement des transports maritimes faits pour le compte d'étrangers, et de l'entretien des voyageurs étrangers sur le territoire national.

De la même manière, les statistiques des mouvements de monnaie métallique et de métaux précieux sont, de toute évidence, très imparfaites, ces mouvements échappant en grande partie aux investigations douanières.

Enfin, nous connaissons à peine les achats et les ventes de papier-monnaie faits par des étrangers dans un but spéculatif.

Ces lacunes dans la connaissance des différents éléments de la balance des comptes ne nous empêcheront pas de vérifier le principe 2.

Tout d'abord, en période normale, pour des pays ne pratiquant pas l'inflation fiduciaire, et dont, par suite, la monnaie est à peu près stabilisée, les achats et ventes de papier-monnaie faits par des étrangers dans un but spéculatif sont extrêmement réduits relativement au montant des règlements commerciaux.

La valeur des métaux précieux et des espèces métalliques circulant d'un pays à un autre, si elle avait quelque importance en période de libre circulation de l'or, n'est depuis la guerre, et pour la plupart des pays, qu'une quantité infime relativement à la valeur des marchandises échangées. Ceci, les statistiques, si imparfaites qu'elles soient, permettent de le constater.

Aussi n'avons-nous tenu compte des mouvements de métaux précieux révélés par les statistiques que dans la période antérieure à la guerre, sauf lorsqu'il s'est agi de la détermination de la balance des comptes de l'Amérique vers laquelle ont convergé, depuis 1914, tous les mouvements d'or du monde.

Ainsi, pendant les années 1920-21-22, en ne faisant entrer dans le total de la balance des comptes que la valeur des marchandises et services échangés, nous devrons obtenir des résultats peu différents de ceux que nous aurions obtenus par la connaissance complète de la balance des comptes.

Mais il y a plus; la valeur des services échangés nous échappe à peu près complètement. On peut admettre toutefois :

1° que la différence entre la valeur des créances et des dettes extérieures, qui résultent des échanges de services, est faible relativement à la balance commerciale;

2° que la balance de ces dettes et créances varie dans le même sens que la balance commerciale puisqu'il est très vraisemblable, en effet, que l'activité des opérations bancaires ou des transports maritimes faits pour le compte d'étrangers suit approximativement l'activité du commerce international.

Si l'on admet toutes ces hypothèses, qui se trouveront confirmées, à posteriori, par l'exactitude des déductions que nous en avons tirées, on voit que la courbe qui traduit les variations de la balance commerciale, tracée en ne tenant compte que de la valeur des marchandises échangées, doit être semblable à celle que l'on aurait pu obtenir par la connaissance complète de la balance des comptes.

Ainsi, si notre théorie est vraie, nous devrons constater la similitude de la courbe de la disparité et de celle de la balance commerciale, cette dernière n'étant tracée qu'à l'aide des renseignements fournis par les statistiques douanières. A tout maximum ou minimum de l'une devra correspondre, ainsi que nous l'avons annoncé, un maximum ou un minimum de l'autre.

Pour juger de la valeur des résultats obtenus dans les vérifications qui suivent, il importe de connaître les principales imperfections des renseignements utilisés.

1° Les nombres indices sont susceptibles de certaines variations, faibles il est vrai, suivant la nature des marchandises qui entrent dans leur calcul. D'où une première cause d'erreur, qui, si elle n'affecte pas le sens des variations de la disparité, peut modifier la valeur absolue de cette grandeur.

2° Dans les statistiques douanières, les prix des diverses marchandises sont déterminés une fois pour toutes. Ainsi pour les années 1920-21 la balance commerciale de la France a été calculée à l'aide des prix fixés par la commission des valeurs en douane pour l'année 1919. Pour les premiers mois de l'année 1922, les importations sont évaluées d'après la valeur déclarée par l'importateur pour l'application de la taxe sur le chiffre d'affaires, les exportations d'après les prix du tarif de 1919.

D'où une cause d'erreur importante qui, étant données les variations rapides des prix en 1920-21 modifie grandement la valeur absolue du déficit

de la balance commerciale, bien qu'elle permette d'en apprécier les variations.

Ceci est une nouvelle raison de n'accorder qu'une faible importance à la forme de la courbe qui représente les variations de la balance commerciale, et de tenir compte seulement des maxima et minima qu'elle présente et qui marquent des changements de sens des variations de cette balance.

Enfin, nous n'avons calculé que des moyennes mensuelles, ce qui a pour principal avantage d'éliminer l'effet des mouvements quotidiens du cours des changes, mais risque, par contre, de faire disparaître de nos diagrammes des variations de disparité d'une durée inférieure à un mois, mais qui, cependant, peuvent trouver leur cause dans des variations de la balance des comptes de durée supérieure et qui, comme telles, sont représentées par nos courbes. Entre deux points consécutifs, nous avons supposé la courbe continue, hypothèse toujours admise pour les courbes qui représentent des phénomènes physiques.

Ceci posé, il nous reste à étudier dans le détail chacune des courbes tracées.

La figure 4 représente la disparité de la monnaie française en Angleterre et le commerce total de la France.

Nous constatons qu'à tout maximum de l'une correspond un maximum de l'autre, à tout minimum de l'une, un minimum de l'autre. Nous avons placé les mêmes lettres aux points correspondants et nous pouvons observer que l'intervalle qui sépare deux points correspondants ne dépasse jamais un mois et demi.

L'existence de cet intervalle variable peut s'expliquer par la considération des différentes modalités de paiement. Tantôt, en effet l'importateur achète les devises nécessaires à ses règlements dès la commande; tantôt, au contraire, s'il escompte la baisse du change, il attend l'époque de l'échéance, époque qui est en général postérieure à la livraison, c'est-à-dire au moment où le passage des marchandises importées est enregistré à la frontière dans les statistiques douanières.

A titre d'exemple nous allons étudier les deux courbes pendant les mois de novembre, décembre 1920 et les premiers mois de 1921.

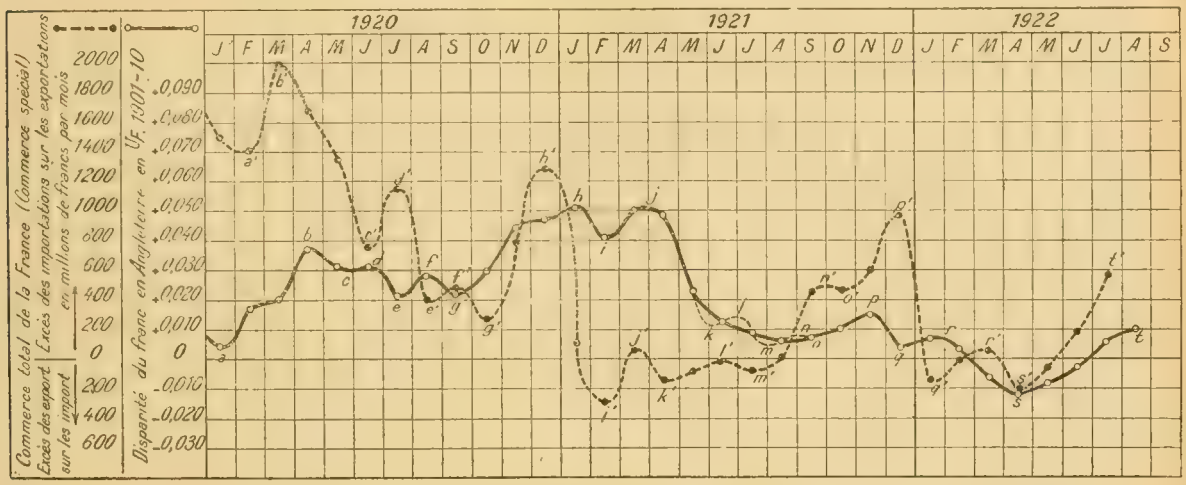


Fig. 4. — *Disparité du franc en Angleterre et commerce total de la France.*— Les courbes tracées en gros traits sont obtenues en joignant purement et simplement les points déterminés chaque mois et qui sont indiqués sur nos graphiques par un petit cercle. Le fait que les valeurs correspondant aux coordonnées de ces points représentent des moyennes mensuelles, peut dissimuler des oscillations de durée inférieure à un mois. Aussi avons-nous tracé en traits plus fins dans la région *k l m n* une courbe qui passe par les points déterminés et qui est donc possible, sans être certaine.

En novembre 1920, le déficit de la balance commerciale française croît et atteint son maximum en *h'*. Pendant la même période, la disparité du franc en Angleterre s'accroît, rendant de plus en plus désavantageuses les importations d'Angleterre en France, et au contraire de plus en plus avantageuses les exportations de France en Angleterre. A partir d'une certaine valeur de la disparité, le déficit de la balance commerciale cesse de croître, puis diminue, diminution qui provoque à son tour une diminution *h i* de la disparité. Le même phénomène se reproduit en *i*, *j*, *k*.

On peut remarquer en outre que, dès le mois de janvier 1921, notre balance commerciale apparente devient favorable, ce qui doit avoir pour effet de diminuer nettement l'intérêt que nous avons à exporter en Angleterre. Ceci se traduit en effet sur notre diagramme par la brusque diminution de la disparité de mai 1921.

Enfin la figure 4 explique la hausse du change

anglais qui s'est produite au printemps de 1922 et qui correspond à la portion ascendante *s' t'* de la courbe qui représente les variations de la balance commerciale.

Ayant ainsi vérifié que le principe 2 régissait bien les variations de la disparité du franc en Angleterre, nous avons voulu étudier les variations de la disparité de la livre sterling en France pendant la même période. La figure 5 rapproche les variations de cette disparité de celles de la balance commerciale anglaise. La concordance est entièrement satisfaisante et l'on pourrait répéter au sujet de ces deux courbes les mêmes considérations que dans le cas précédent.

Remarquons en passant que, pendant toute la période étudiée, la disparité de la livre sterling en France est négative. Nous reviendrons sur ce fait dans le paragraphe que nous consacrons, dans la troisième partie de ce mémoire, à l'étude du chômage en Angleterre.

Il nous reste, pour montrer la généralité du principe 2, à en assurer la vérification dans une période de libre circulation métallique.

A cet effet, nous avons rapproché dans la fig. 6 la courbe de la disparité de la livre sterling en France pendant la période 1912-13 de celle des variations de la balance des comptes de l'Angleterre pendant la même période [1].

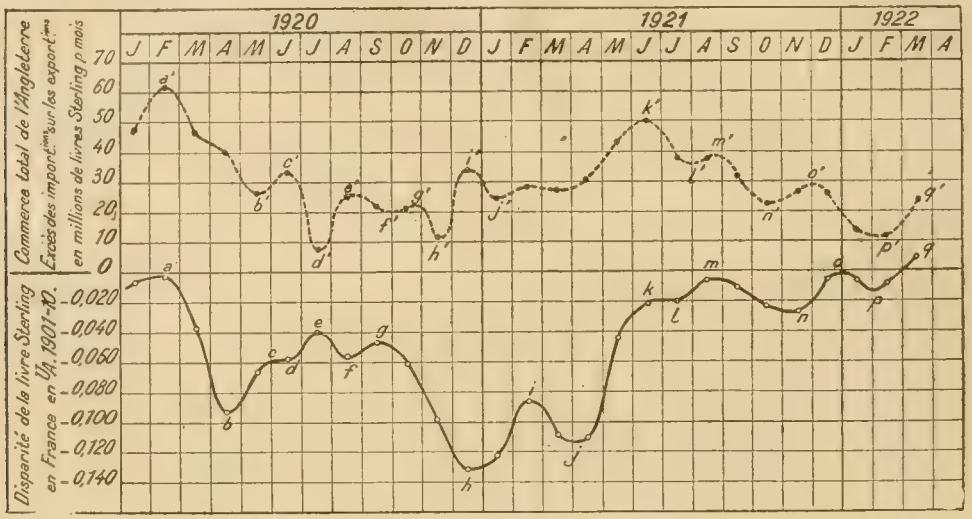


Fig. 5. — *Disparité de la livre sterling en France et commerce total de l'Angleterre en* 1920-22.

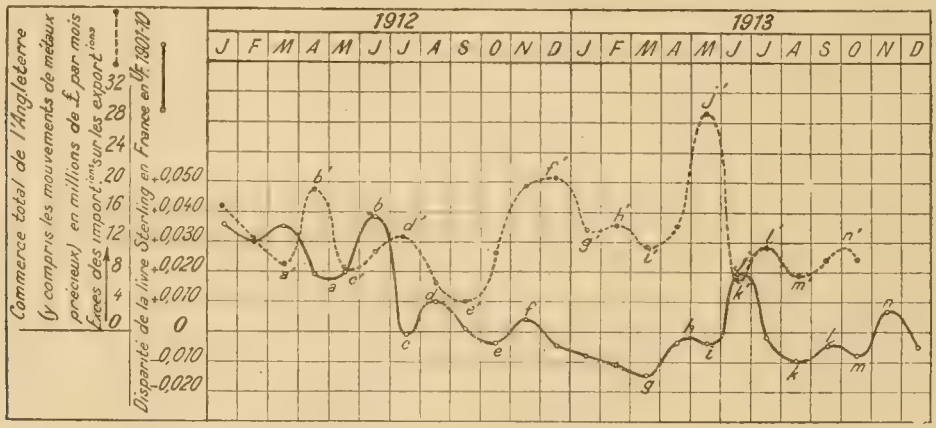


Fig. 6. — *Disparité de la livre sterling en France et commerce total de l'Angleterre en* 1912-13.

Il est bon de remarquer, à ce sujet, que la courbe tracée en rouge représente, avec les échanges de marchandises, les mouvements de monnaie métallique et de métaux précieux entre la France et l'Angleterre. Pendant les années 1912-13, les mouvements de métaux précieux sont en effet

1. Pendant la période 1912-13, nous avons étudié la disparité de la livre sterling en France, plutôt que celle du franc en Angleterre, par suite des difficultés qu'apporte à la détermination de la balance des comptes de la France, pendant les mois d'avril de ces deux années, le changement de tarif pratiqué à cette époque dans les estimations globales des statistiques du Ministère des Finances.

de quelque importance relativement aux mouvements commerciaux. Si imparfaites que soient les statistiques à ce sujet, il importait d'en tenir compte. Nous avons donc ajouté le chiffre des importations de métaux précieux à celui des importations de marchandises et fait de même pour les exportations. Les chiffres utilisés ont été tirés du supplément mensuel de *The Economist*.

Dans la figure 7, nous avons étudié les variations de la disparité du franc aux Etats-Unis, dans la figure 8, celles de la disparité du franc en Espagne. Nous avons fait en outre de très nombreuses vérifications, non reproduites dans cet article et portant pour les années 1920-21 et 22, sur les variations de la disparité du franc en Italie, en Belgique et en Suisse, de la livre sterling en France, aux Etats-Unis, en Italie, en Espagne, en Belgique et en Suisse, du dollar en France et en Belgique, etc.

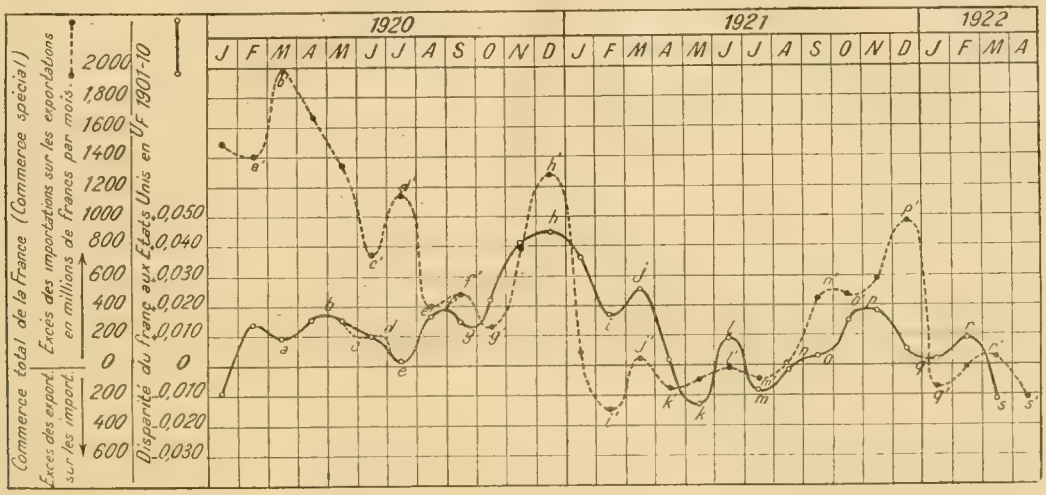


Fig. 7. — *Disparité du franc aux Etats-Unis et commerce total de la France.*

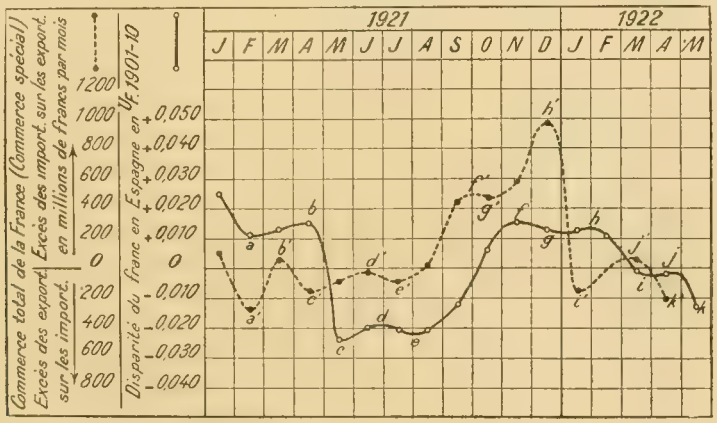


Fig. 8. — *Disparité du franc en Espagne et commerce total de la France.*

La concordance des deux courbes est extrêmement satisfaisante. On remarque que la courbe de la balance des comptes précède toujours la courbe de la disparité et que les points correspondants sont distants d'un mois au moins et de deux au plus. Cette uniformité montre à quel point sont réguliers, en période normale, les phénomènes de change.

Après des concordances aussi nombreuses, les principes 1 et 2 pouvaient être considérés comme vérifiés. Afin qu'aucun doute ne soit plus possible, nous avons tenu à en contrôler l'exactitude dans d'autres cas encore.

Pour résumer les vérifications relatives aux variations de la disparité du franc dans différents pays étrangers, nous avons rapproché, dans la figure 9, les variations de la balance commerciale de la France de celles de la disparité moyenne du franc à l'étranger (moyenne arithmétique des disparités du franc en Angleterre, en Italie et aux Etats-Unis pour l'année 1920, en Angleterre, en Italie, aux Etats-Unis, en Belgique, en Suisse et en Espagne pour les années 1921 et 1922). La

correspondance des maxima et des minima est extrêmement frappante.

Ainsi, dans tous les cas étudiés, la concordance des deux courbes de la balance commerciale et de la disparité est restée aussi satisfaisante. L'intervalle de temps séparant deux points correspondants s'est toujours trouvé inférieur ou au plus égal à deux mois.

Dans ces conditions, nous considérons dorénavant les principes 1 et 2 comme établissant une théorie en complet accord avec l'expérience et pouvant par suite être tenue pour vraie, dans l'état actuel des observations économiques.

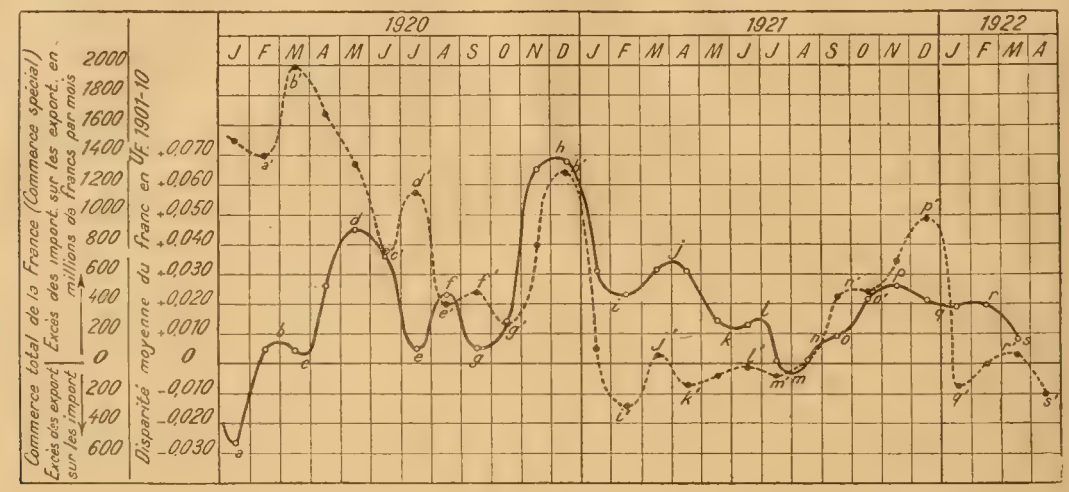


Fig. 9. — *Disparité moyenne du franc à l'Etranger et commerce total de la France.* — La disparité moyenne du franc est la moyenne arithmétique des disparités du franc dans les pays suivants : en 1920, Angleterre, Etats-Unis, Italie ; en 1921-22, Angleterre, Etats-Unis, Italie, Belgique, Espagne, Suisse.

Jacques Rueff,
Ancien élève de l'Ecole Polytechnique.

(*A suivre.*)

BIBLIOGRAPHIE

ANALYSES ET INDEX

1° Sciences mathématiques

Carslaw (H. S.). — **Introduction to the Theory of Fourier's Series and Integrals.** *Second edition, completely revised.* — 1 *vol. in*-8° *de* XI + 323 *pages et* 37 *fig.* (*Prix cart. : 20 sh.*). *Macmillan and Co., ltd., St Martins's street, London,* 1921.

L'auteur, professeur à l'Université de Sydney, avait fait paraître en 1906 un ouvrage sous le titre : « *Fourier's series and integrals and the mathematical theory of the conduction of heat* ». Cet ouvrage est maintenant épuisé et dans une seconde édition élargie en deux volumes les deux sujets traités ont été développés séparément. Le second volume sur la théorie de la chaleur intéresse surtout les physiciens ; le premier s'adresse aussi bien aux mathématiciens qu'aux physiciens. Peut-être l'auteur n'a-t-il pas suffisamment su décider dans ce premier volume (qui seul nous occupe ici) quel est celui du mathématicien ou du physicien auquel il s'adressera particulièrement. Le physicien risque d'être un peu rebuté par les premiers six chapitres sur les nombres irrationnels, les séries, la continuité, l'intégrale définie, la théorie des séries de fonctions, les intégrales dépendant d'un paramètre. S'il a en vue surtout les applications, il trouvera que pour arriver aux quatre chapitres qui l'intéressent : ceux qui concernent la série de Fourier, l'effort préliminaire est bien long. Et il n'aura pas tort. D'autre part, le mathématicien admettra difficilement qu'en 1921, on puisse encore songer à vouloir élargir la notion d'intégrale au moyen de l'intégrale de Riemann. Celle-ci a joué son rôle, mais ce rôle est fini et — si l'on ne veut pas se borner à l'intégration des fonctions continues ou à celle des fonctions que l'auteur appelle « ordinaires » et pour lesquelles l'intégrale de Riemann est superflue — il n'est pas plus long et il est plus utile d'utiliser l'extension due à M. Lebesgue. D'autant que, pour des physiciens qui veulent rapidement arriver au but, le mode de définition de l'intégrale de Lebesgue par les procédés d'extension de proche en proche dus à M. W. H. Young permet une exposition rapide et très intuitive.

L'ouvrage de M. Carslaw est écrit avec soin, bien imprimé sur du beau papier. Comme dans beaucoup d'ouvrages en anglais, on y relève un grand souci de rendre facile à lire, « d'illustrer » les parties abstraites ou ardues par des figures ou des exemples numériques ; on appréciera aussi l'adjonction de nombreux exercices. Mais on observera aussi le peu d'intérêt attaché aux idées générales. Or les idées générales ne sont peut-être pas seulement des amusements de l'esprit : Ainsi l'on sait que c'est la série de Fourier qui s'impose pour des fonctions — même beaucoup plus compliquées que les fonctions « ordinaires » de l'auteur — si l'on emploie la méthode des moindres carrés. Autrement dit, si l'on cherche à ajuster une fonction très générale $f(x)$ par une somme trigonométrique $S_n(x)$ d'un nombre limité donné de termes, de sorte que $\int_0^{2\pi}(f-S_n)^2dx$ soit minimum, le minimum est atteint quand S_n est le commencement de la série de Fourier. On s'étonne de ne pas voir ce fait capital mis en évidence avant toute discussion subtile sur la convergence des séries de Fourier, dans un ouvrage qui a surtout en vue les applications.

Maurice Fréchet
(Université de Strasbourg).

Jacquinot (O.), *Inspecteur général des Ponts et Chaussées.* — **Navigation intérieure. Canaux.** *Cours professé à l'Ecole nationale des Ponts et Chaussées.* — 1 *vol. gr. in*-8° *de* 600 *p. avec* 244 *fig. des* Grandes Encyclopédies industrielles (*Prix : broché,* 45 *fr.* ; *relié souple,* 55 *fr.*). *J.-B. Baillière et fils, éditeurs, Paris,* 1922.

L'ouvrage que nous présentons ici s'ajoute à la liste qui s'allonge chaque jour des volumes composant les *Grandes Encyclopédies Industrielles* que publie la librairie Baillière avec beaucoup de soin dans la recherche de ses collaborateurs.

De cette collection plusieurs volumes ont déjà été dans cette Revue l'objet d'un compte rendu bibliographique, et nous croyons que parmi ceux déjà édités peu retiendront autant l'attention des lecteurs intéressés que celui-ci.

C'est que l'ouvrage actuel est le fruit mûr de la longue expérience de son auteur, acquise au cours d'une carrière administrative tout entière consacrée, dans le service actif, aux travaux de construction du canal de la Marne à la Saône et à la navigation entre Paris et la Belgique. M. Jacquinot a donc été en mesure dans son travail de faire bénéficier les lecteurs d'une compétence éprouvée « sur le tas » et son habitude de la chaire qu'il a occupée à l'Ecole des Ponts et Chaussées lui a permis de rendre assimilables sous la forme la plus simple et la plus compréhensive les questions qu'il va aborder.

Le livre ne s'adresse pas seulement aux ingénieurs qui ont à construire des canaux de navigation, mais il intéresse aussi ceux qui ont à entretenir les voies d'eau ou ceux encore qui ont à édifier des constructions supportant une charge d'eau.

Aucun travail public, en effet, n'exige autant de renseignements pratiques provenant d'expériences antérieures, autant de réflexion et de jugement sain, de bon sens que les travaux hydrauliques. Il y a par suite lieu de se garder de les aborder sans cette initiation préalable que procure la connaissance et la discussion de ce qu'ont fait les anciens ingénieurs qui ont apporté dans leurs œuvres tant d'ingéniosité et dont les enseignements restent toujours actuels.

C'est là précisément l'objet qu'a eu en vue l'auteur et il l'a parfaitement atteint.

M. Luiggi, ingénieur italien, a appelé notre siècle

celui des constructions hydrauliques. En France où l'on songe à présent aux canaux de navigation, on s'était laissé distancé par l'étranger dans les constructions hydrauliques, mais l'utilisation de la houille blanche qui fait envisager chaque jour de nouveaux projets, va à cet égard permettre aux ingénieurs français de reprendre prochainement, aux ingénieurs américains notamment, la première place par les travaux en exécution ou à exécuter dans les Alpes, les Pyrénées, sur le Rhône et sur le Rhin.

L'ouvrage paraît donc à un instant bien choisi et complète les 2 volumes précédemment écrits par M. Eydoux sur l'Hydraulique industrielle et analysés déjà dans la *Revue*.

Une énumération des 17 chapitres du volume serait bien inutile ; il suffit de dire qu'aucun des problèmes qui touchent à la question n'a été écarté et qu'en particulier le chapitre III sur les étanchements, affaire si délicate à traiter, les chapitres VII sur les évaluations des besoins alimentaires, VIII sur la création et la transmission des ressources alimentaires, les chapitres IX et X sur les digues en terre et en maçonnerie et le dernier chapitre (XVII) sur l'entretien des canaux, sont à signaler tout spécialement par l'intérêt de leur côté pratique.

L. Potin.

2° Sciences physiques

A. Dictionary of Applied Physics, *edited by Sir* Richard Glazebrook.— *Vol.* II: **Electricity.**— 1 *vol. gr. in-8° de* VII-1104 *p. avec fig.* (*Prix*: 63 *sh.*). *Macmillan and Co., éditeurs, Londres*, 1922.

Nous avons présenté récemment aux lecteurs de la Revue (*Revue* du 15-30 août, p. 486) le premier volume du Dictionnaire de Physique appliquée. Le tome second paraît à quelques mois seulement d'intervalle, et il importe de saluer son apparition avec satisfaction, car il nous apporte une documentation très complète sur un sujet particulièrement important. Il est en effet consacré aux applications de l'électricité et du magnétisme, et c'est là un domaine dans lequel les progrès ont été et restent si rapides qu'il était essentiel d'en avoir une description qui fût bien à jour. Or le tome II du Dictionnaire est très satisfaisant à cet égard : la rédaction des articles, confiée aux personnalités les plus compétentes, fait état des découvertes récentes, et constitue une mise au point de premier ordre.

Les applications de l'électricité ont pris de nos jours une telle ampleur qu'une réelle difficulté se présentait dans la composition d'un pareil ouvrage. Il fallait en effet donner les principes scientifiques complets des principales applications sans se perdre dans l'abondance des détails techniques, mais sans négliger aucune idée importante. Ce juste milieu a été assez fidèlement tenu. Peut-être les techniciens se plaindront-ils de ce que les sujets qui les intéressent plus directement aient été un peu sacrifiés aux sujets de science pure ; mais les physiciens ne pourront que s'en réjouir.

La meilleure manière de faire juger de l'intérêt de l'ouvrage consistera à citer les noms de quelques collaborateurs et les titres des articles traités par eux. Nous rencontrons d'abord, parmi les sujets d'ordre proprement scientifique, l'article d'Allen sur la photoélectricité, celui de Richardson sur les phénomènes thermioniques, celui d'Aston sur les rayons positifs, celui de Bragg sur la théorie électronique. Les questions de mesures électriques (résistances, capacités, selfinductions...) sont traitées par A. Campbell, Melsom, Rayner, Smith, etc. D'intéressants articles sont consacrés à la télégraphie par Stone, à la téléphonie par Jewett, à l'arc électrique par Angold, aux piles et accumulateurs par Cooper.

Nous signalerons tout particulièrement le groupe des articles consacrés à la télégraphie sans fil et aux mesures en haute fréquence (auteurs : Eccles, Fortescue, Dye, Robinson, Wells), et celui qui se rattache au magnétisme, étudié tant au point de vue expérimental qu'au point de vue théorique (auteurs : Dye, Honda, Oxley, Chree, Chapman).

En somme nous n'aurions qu'à nous louer de la forme et du contenu de cet excellent ouvrage, si nous ne considérions pas comme un devoir de renouveler ici, en y insistant un peu, une critique que nous avons déjà formulée à propos du premier volume. Nous voulons parler de l'insuffisance de la documentation en ce qui concerne les travaux français. Les bibliographies souvent très complètes qui accompagnent les articles sont copieusement fournies en travaux de langue anglaise et allemande. Elles oublient par contre ou ignorent trop souvent les travaux de nos compatriotes, ne les atteignant qu'à travers les *Comptes Rendus*, et méprisant le reste de notre littérature scientifique. C'est ainsi qu'un long article consacré à l'enregistrement des courants alternatifs oublie de citer le rhéographe Abraham-Carpentier, que le rôle prépondérant des chercheurs français dans les progrès des mesures en haute fréquence est presque totalement méconnu, que l'on néglige, à propos des mesures de champs magnétiques, de citer la balance de Cotton, etc. La confiance du public scientifique français envers un ouvrage comme celui-ci ne saurait que s'accroître s'il voyait, à la qualité incontestable de la rédaction, s'ajouter une parfaite impartialité.

Eugène Bloch.

Purvis (J. E.) et **Hodgson** (T. R.). — **The chemical examination of water, sewage, foods and other substances.** 2e *éd.* — 1 *vol. in-8° de* 364 *p.* (*Prix cart.*: 20 *sh.*). *Cambridge, at the University Press*, 1922. [*C. F. Clay, Manager; London; Fetter Lane, E. C.* 4.]

Cet ouvrage, dont la première édition remonte à 1914, fait partie d'une série de volumes, publiés sur l'initiative des syndics de l'Université de Cambridge et se rapportant aux différents sujets qui concernent l'hygiène et la santé publique.

Il comprend quinze chapitres qui étudient, successivement : les eaux potables et polluées, fluviales et marines; le lait, ses dérivés et les principaux corps gras ; le thé, le café, la chicorée et le cacao ; les farines et les produits qui s'y rattachent; les condiments; les matières

sucrées ; les boissons alcooliques; les viandes, les principaux toxiques, antiseptiques et désinfectants ; l'air et les produits qui peuvent le souiller. Quelques pages, même, sont consacrées aux principales déterminations qu'on peut effectuer avec l'urine.

Les procédés qui y figurent sont généralement bien choisis mais manquent, parfois, de détails suffisants pour éviter des tâtonnements au manipulateur. Presque tous sont empruntés à la littérature scientifique anglaise. Une incursion dans le domaine des analystes étrangers eût peut-être permis aux auteurs d'introduire, dans leurs miscellanées, des méthodes quelquefois plus simples ou plus sûres que celles qu'ils préconisent et de se conformer mieux, ainsi, au désir des éditeurs que les livres de leur collection puissent être accessibles et utiles aux classes les plus variées de lecteurs : médecins, bactériologistes, étudiants de laboratoire, ingénieurs, architectes municipaux, officiers et inspecteurs sanitaires, administrateurs même.

Par contre et grâce peut-on dire à cet exclusivisme, le lecteur français trouvera profit à consulter ce livre où il rencontrera des techniques intéressantes n'ayant guère dépassé le pays d'Outre-Manche et qu'il serait bon, en montrant plus d'éclectisme que les auteurs, de voir vulgariser chez nous.

G. Denigès,
Professeur de Chimie biologique à la Faculté de Médecine de Bordeaux.

3 Sciences naturelles

Elles (Gertrude L.), *D. Sc., Fellow of Newnham College, Cambridge.* — **The study of geological Maps.** — 1 *vol. in*-8 *de* VIII + 74 *p.*, 64 *fig.*, 1 *carte hors texte de la* Cambridge Geological series (*Prix* : 12 *sh.*). *Cambridge University Press*, 1921.

L'élégant petit manuel du Fellow de Newnham College se fait remarquer par sa forme attrayante et la disposition très claire de ses différents chapitres. Une illustration abondante, à laquelle a présidé un heureux choix, permet au lecteur, si peu averti soit-il des questions géologiques, de suivre aisément son guide dans l'exposé des principaux problèmes que pose la lecture et l'utilisation des cartes. Après avoir esquissé les connaissances topographiques essentielles, Mlle Gertrude L. Elles s'attache par des exemples typiques à définir les formes graphiques que donnent les différences d'allure des assises sur une carte géologique : bien des questions élémentaires, mais essentielles, ne faisant appel qu'à des connaissances peu étendues de géométrie, sont exposées dans ce livre, alors qu'elles sont passées sous silence dans la plupart des ouvrages didactiques traitant des sciences du sol.

Il faut savoir gré à l'auteur d'avoir donné un exemple qu'il est souhaitable de voir suivre dans d'autres pays, où la publication d'un opuscule traitant spécialement des cartes géologiques serait une innovation particulièrement appréciée. Un tel travail s'impose d'autant plus que chaque État entend maintenir jalousement les traditions cartographiques de son Service géologique et que bien souvent les collaborateurs ne sont pas mis à même de se rendre compte des raisons déterminantes des divers processus d'interprétation. On peut même souhaiter que dans ce livre soient définies les règles de base de la confection des cartes géologiques, ce qui éviterait aux nouvelles institutions géologiques, ou même simplement aux nouvelles cartes en voie d'élaboration, des choix fâcheux de notations ou de coloris.

L. Joleaud.

Gruvel (A.), *Professeur au Muséum national d'Histoire naturelle.* — **En Norvège.** (**L'industrie des Pêches.**)— 1 *vol. in*-8° *de* 170 *pp.* + 33 *fig.* + 24 *pl.* (*Prix* : 25 *fr.*). *Ed. Blondel La Rougery, éditeur, Paris*, 1922.

M. Gruvel, chargé au Muséum de la direction d'un important laboratoire, et d'un enseignement relatif aux pêches coloniales, a pu faire, au cours de l'été 1921, un voyage d'étude en Norvège. L'importance de pareille mission résulte du fait que la Norvège est l'un des pays où la technique et la pratique de la pêche sont le plus développées et perfectionnées : étudier sur place les engins, les méthodes de capture et de conservation du poisson, la fabrication des sous-produits, et tirer de ces observations des conclusions pratiques en ce qui concerne l'exploitation de nos pêcheries coloniales, tel était le but de M. Gruvel.

Son intéressant ouvrage débute par un chapitre général sur le comportement physique et océanographique des côtes norvégiennes. Il y a en effet tout un ensemble complexe de facteurs variés qu'il est nécessaire de connaître pour comprendre le régime des pêches maritimes : citons parmi ces facteurs la topographie même de la côte, la disposition du plateau continental, la bathymétrie des lieux de pêche, les courants, la salinité, le plankton et ses variations. L'exploitation rationnelle d'un pareil domaine maritime nécessite un certain nombre d'institutions qui sont passées en revue dans le chapitre III, de la « Direction Générale des Pêches », vaste organisation à la fois administrative, scientifique, et technique, au Crédit maritime, en passant par les Musées, Laboratoires, Ecoles de Pêche et Assurances maritimes. Il faut signaler ici l'importance particulière que joue, dans la pêche du hareng, le réseau si développé du télégraphe et du téléphone.

Les pêches maritimes de la Norvège peuvent se diviser, normalement, en deux grands groupes : les « pêches journalières » qui approvisionnent, tout le long de l'année, les marchés, en poissons divers, et les « pêches saisonnières » qui occupent des flottes entières, adonnées à la capture d'un très petit nombre d'espèces, mais représentées chacune par un nombre formidable d'individus. Les bateaux de pêche — très fréquemment pourvus de moteur, ce qui est à noter — et les marchés sont aménagés de façon à permettre la vente de poissons absolument frais, souvent même de poissons vivants, conservés dans des bacs à eau de mer courante ! Nous n'entrerons pas dans les détails — fort intéressants d'ailleurs — que nous donne M. Gruvel sur les différentes espèces de poissons comestibles des côtes et des eaux douces de Norvège : les plus importantes

appartiennent à la famille des *Gadidae* (morue, églefin, merlan, etc.), des *Clupeidae* (hareng, sprat), *Pleuronectidae* (flétan, plie), *Salmonidae* (saumon et truite). — Les pêches saisonnières s'adressent à trois espèces, le sprat, le hareng et la morue. Les bancs de *sprats* sont capturés avec des sennes ou des filets dérivants : aussitôt apportés à l'usine ils sont immédiament préparés pour la conserve, soit à l'huile (fumés ou non), soit comme « Anchois de Norvège », soit comme « Hareng d'appétit ». Des arrêts prononcés récemment en France, en Allemagne et en Angleterre, interdisent l'importation de sprats sous le nom de « sardines ». L'étude de la biologie du *hareng* a été poussée très loin en Norvège : les « déplacements » du hareng, ce qu'on nommait autrefois ses « migrations », sont régis par un certain nombre de facteurs au nombre desquels on peut signaler comme particulièrement importants : 1° *la nourriture*; le hareng se nourrit d'espèces planktoniques, Crustacés (*Calanides*, *Eaphausiacés*) ou Mollusques ptéropodes (*Limacina*); 2° *la température*, qui est optima entre 6 et 7° C.; 3° *la salinité*, dont l'optimum se localise aux environs de 34 à 35 pour 1.000. Signalons ici les méthodes précieuses qui permettent au spécialiste de déterminer l'âge et l'origine du hareng par l'examen de ses écailles (stries d'accroissement saisonnières). — La recherche des bancs de hareng se fait soit par la vue (lunette d'eau), soit par le toucher (« plomb à harengs » : simple fil de cuivre lesté que les bancs de poissons font vibrer en le frôlant). Quant à la pêche elle-même, elle s'opère avec des sennes que l'on utilise le long des côtes, avec des filets dérivants ou des filets tournants (sortes de sennes employées au large). Le hareng transporté aux usines est salé ou fumé. — La pêche de la *morue franche* donne lieu, chaque année, à une campagne très importante aux Lofoten, puis au Finmark : des flotilles entières se livrent à cette pêche qui se fait soit à la ligne (ligne à main ou palangre), soit au filet de fond vertical ou « garn ». La morue, comme les autres Gadidés que l'on capture en Norvège, est livrée à la consommation sous la forme de *Stockfish* (poisson séché devenant dur comme du bois) ou de *Klipfish* (poisson à la fois salé et séché).

Très important au point de vue des enseignements que notre industrie des pêches devrait en tirer, est le chapitre que M. Gruvel consacre à l'étude des sous-produits de la pêche. Du poisson apporté à l'usine rien ne doit être perdu : tout *peut* et *doit* être utilisé. Parmi ces produits, sur la préparation desquels M. Gruvel donne des renseignements abondants, citons seulement les *huiles*, les *guanos* qui donnent des engrais riches en azote et en acide phosphorique, les *huiles de foie médicinales*, les *rogues* de morue destinées à nos pêcheurs de sardine bretons, les *vessies natatoires*, les *langues de morues*.

La chasse aux Cétacés et Pinnipèdes occupe un intéressant chapitre qui fournit des notions précises sur les espèces capturées, sur les conditions de cette chasse, leur technique, l'utilisation des animaux et les produits qui en sont extraits. Des Cétacés, on retire du spermacéti (cachalot), de l'ambre gris (produit musqué dont le prix varie de 4.000 à 7.000 fr. le kilo et qui est simplement le résidu digéré du repas d'un cachalot lorsque celui-ci a dévoré certains céphalopodes), de l'huile, de la poudre d'os, des tourteaux alimentaires, des fanons et même, quand l'animal peut être amené à terre aussitôt mort, de grandes quantités de viande fraîche.

Pour être complet, M. Gruvel étudie dans un chapitre spécial les poissons d'eau douce, leur pêche et leur utilisation : il faut signaler ici les détails concernant la technique du fumage du saumon.

M. Gruvel conclut en montrant tout ce qui est à faire, tant en France qu'aux colonies, dans le domaine de la pêche et surtout dans celui de l'utilisation rationnelle et complète des produits. La France possède actuellement deux organismes, l'un métropolitain (*Office scientifique et technique de Pêches*), l'autre colonial (*Laboratoire central des Pêches coloniales*, au Muséum) : nous allons donc entrer enfin dans la voie du progrès, consistant à placer à la base de l'industrie des pêches, comme ont su le faire depuis longtemps les Norvégiens, la recherche scientifique. Remercions M. Gruvel de son ouvrage utile à lire, abondamment illustré et que tous ceux qui s'intéressent aux choses de la mer consulteront avec plaisir et intérêt.

TH. MONOD.

4° Sciences médicales

Chavigny (Dr P.). — **Psychologie de l'Hygiène.** — 1 *vol. in*-18 *de* 228 *p. de la* Bibliothèque de Philosophie scientifique (*Prix* : 7 *fr.* 50). *E. Flammarion, éditeur, Paris*, 1922.

Intéressant volume de la collection Flammarion où l'auteur, hygiéniste convaincu, expose les nombreux buts de cette science, vieille comme le monde, et tous les services que son application raisonnée pourrait rendre à la collectivité et à l'individu. L'auteur pense, et nous sommes absolument de son avis, qu'il est impossible dans ces pays de race latine de réglementer l'hygiène comme on réglemente la circulation des voitures. Les notions indispensables d'hygiène et leurs applications pratiques doivent être le fait non de la peur du gendarme, mais d'une interprétation consciente de leurs bienfaits et de leur nécessité. Les théories du Dr Gustave Le Bon s'appliquent parfaitement à l'hygiène et l'œuvre du Dr Chavigny qui en découle est d'une lecture pleine d'intérêt et d'agrément.

Dr GALLIOT.

ACADÉMIES ET SOCIÉTÉS SAVANTES
DE LA FRANCE ET DE L'ÉTRANGER

ACADÉMIE DES SCIENCES DE PARIS

Séance du 23 Octobre 1922

M. le Président annonce le décès de Sir **W. Christie** et de M. **J. C. Kapteyn**, correspondants pour la Section d'Astronomie.

1° Sciences mathématiques. — M. **A. Angelesco** : *Sur une propriété fonctionnelle des coniques.* — M. **E. Merlin** : *Quelques propriétés des réseaux.* — M. **Desaint** : *Sur les représentations générales des fonctions analytiques.* — M. **P. J. Myrberg** : *Sur les singularités des fonctions automorphes.* — M. **F. Nevanlinna** : *Sur les relations qui existent entre la distribution des zéros et des pôles d'une fonction monogène et la croissance de son module.* — M. **A. Guldberg** : *Sur un théorème de M. Markoff.* — M. **C. Lurquin** : *Sur le critérium de Tchebycheff.* — MM. **Constantin, Jœssel** et **Dalloz** : *Sur un bateau qui remonte le vent en se servant du vent lui-même comme puissance motrice.* L'énergie du vent est captée au moyen d'une hélice aérienne, qui peut prendre toutes les directions par rapport à celle du bateau, de manière à être toujours normale au vent. Cette énergie de rotation est transmise à une hélice marine dans des conditions telles que la poussée axiale de cette dernière soit supérieure à la composante suivant l'axe du bateau de la poussée axiale liée au mouvement de la turbine aérienne. Dans ces conditions, le bateau peut marcher vent debout.

2° Sciences physiques. — M. **J. Lacoste** : *Nouvelles observations radiogoniométriques des parasites atmosphériques.* Les observations de cette année confirment le fait que la direction dans laquelle on observe le maximum des parasites est le plus souvent celle des secteurs S et SE des dépressions. Dès qu'il n'est plus possible de trouver un maximum et que sur tous les azimuts on entend ou enregistre de violentes décharges, un orage atteint la région. — MM. **L. de Broglie** et **A. Dauvillier** : *Sur le système spectral des rayons Rœntgen.* Les auteurs présentent un tableau général des spectres Rœntgen, doué d'une symétrie non encore atteinte jusqu'ici. Il est basé sur le principe de l'alternance rigoureuse des doublets réguliers et irréguliers et la structure triple des raies α_1 et β_2. Ce tableau fait apparaître pour la première fois la vraie structure de la série K, à savoir une suite de lignes de plus en plus faibles et resserrées vers la limite d'absorption, accompagnées chacune d'un satellite de plus grande longueur d'onde formant un doublet régulier. — MM. **M. Vuillaume** et **A. Boutaric** : *Photométrie de sources lumineuses constituées par des corps noirs à des températures différentes.* Les auteurs décrivent des variantes simples des méthodes de Crova et de Macé de Lépinay applicables à la comparaison de sources lumineuses dont les températures diffèrent de plus de 2.000°. — M. **R. Mesny** : *Génération par tubes électroniques d'oscillations polyphasées de haute fréquence.* L'auteur a réalisé avec trois triodes un montage ayant une symétrie ternaire qui donne naissance, dans des conditions convenables, à un ensemble d'oscillations triphasées. — M. **A. Charriou** : *Sur la séparation de l'oxyde ferrique et de l'alumine de la magnésie par la méthode des azotates.* L'entraînement de la magnésie par l'oxyde ferrique et l'alumine peut être entièrement supprimé en augmentant la concentration de l'azotate d'ammoniaque. — M. **Picon** : *Action du sodammonium sur l'hexaméthylènetétramine, le tétraméthyldiaminométhane et l'éthylidèneéthylimine.* Le sodammonium est le seul réactif hydrogénant sans action sur l'hexaméthylènetétramine. Il est également sans action sur les composés azotés saturés de la série grasse. Il réagit avec les composés azotés non saturés pour donner, avec un rendement de 60 °/₀, un produit de condensation dans lequel 2 mol. du corps primitif sont soudées par les atomes de C non saturés.

3° Sciences naturelles. — M. **Pereira de Souza** : *Sur les roches basiques du massif de syénite néphélinique de la Serra de Monchique et de ses alentours (Algarve).* — MM. **P. Lemoine** et **A. Pinard** : *Sur le mode de contact de la craie et du calcaire pisolithique à Meulan-Gaillon (Seine-et-Oise).* Le calcaire pisolithique remplit ici dans la craie des poches irrégulières, analogues aux poches de décalcification que remplit à la surface des plateaux actuels l'argile à silex. Donc, après une longue période d'érosion continentale de la craie, la région a été envahie par la mer du calcaire pisolithique, qui a nettoyé d'abord les poches de décalcification des produits qui s'y trouvaient et qui les a remplies ensuite. — Mlle **F. Brepson** : *Sur le rôle des phénomènes de solifluction dans le modelé de la région de Saulieu (Morvan).* Les phénomènes de solifluction sont susceptibles d'expliquer le grand nombre d'étangs de cette région. — MM. **Ch. Barrois, P. Bertrand** et **P. Pruvost** : *Observations sur le terrain houiller de la Moselle.* On doit considérer le bassin de Sarre-et-Moselle comme une nappe plissée dont le pendage septentrional est interrompu au Midi par deux plis anticlinaux parallèles, l'un de Sainte-Fontaine à Clarenthal, l'autre au puits Simon de la Petite-Rosselle. — M. **W. Kilian** : *Les stades de recul des glaciers alpins et l'origine du lac Lauvitel (Oisans).* L'examen géologique du vallon de Lauvitel permet de distinguer deux stades de stationnements glaciaires nettement antérieurs à l'état actuel de nos glaciers : le stade de la Danchère et le stade du lac Lauvitel. Ces deux stades sont eux-mêmes postérieurs à l'occupation par les glaciers de la plaine du Bourg d'Oisans, au stade de Vizille. — M. **R. Souèges** : *Embryogénie des Caryophyllacées. Les premiers stades du développement de l'embryon chez le* Sagina procumbens *L.* — M. **M. Mirande** : *Sur la relation existant entre l'acidité relative des tissus et la présence de l'anthocyanine dans les écailles de bulbes de Lis exposées à la lumière.* Il se produit, dans les écailles de

bulbes de Lis détachées et exposées à la lumière, une acidification générale due à la blessure et une acidification particulière corrélative de la pigmentation. Ces acidifications dépendent de phénomènes d'oxydation. — M. **A. Guillaume** : *Etude sur les limites de végétation dans le Nord et l'Est de la France.* Ces limites sont sous la dépendance de 4 catégories d'influences : climatériques, géologiques, physiques et paléontologiques. — M. **M. Gard** : *Sur le dépérissement des jeunes noyers en* 1922. L'auteur l'attribue à l'action d'une température basse, d'un gel survenu en pleine végétation, vers le 12 novembre 1921. — M. **G. Vernet** : *Rôle du chlorure de calcium dans la coagulation du latex* d'Hevea Brasiliensis. L'auteur montre qu'en présence des phosphates solubles du latex le chlorure de calcium se dédouble pour former d'un côté des phosphates de chaux moins solubles, qui restent incorporés dans la gomme, tandis que le chlore se porte sur les matières albuminoïdes qui coagulent. — MM. **E. F. Terroine** et **H. Barthélemy** : *Avitaminose et inanition.* Des observations des auteurs il résulte que, si l'inanition se surajoute indubitablement aux phénomènes d'avitaminose, ni la mort, ni les accidents nerveux, ne peuvent être purement et simplement réduits à des accidents d'inanition. — M. **Marage** : *Phonation et audition téléphonique.* L'auteur a obtenu, par des procédés absolument différents, des résultats identiques à ceux de M. Fletcher résumés ici-même (voir p. 498). — M. **A. Policard** : *Sur le fonctionnement du tissu adipeux; recherches sur la glande nuchale des Rongeurs.* La capacité de fixation directe de la graisse par l'élément adipeux est liée à sa constitution colloïdale même ; elle n'a lieu que pour les cellules dans lesquelles l'huile constitue la phase externe ou milieu de dispersion. — M. **Vila** : *Séparation des globulines du sérum de cheval.* L'addition de moins de 1/1000 d'HCl et le traitement à l'acétone permettent de retirer du sérum une première fraction de globuline caractérisée par son insolubilité dans le milieu acide spécifié. Une autre fraction de globuline se sépare quand on élimine l'acide introduit. La troisième fraction des protéines, très soluble dans l'eau, possède les caractères de la sérum-albumine. — MM. **Y. Manouelian** et **J. Viala** : *Un cas de rage chez une lionne.* Les auteurs ont fait l'autopsie d'une jeune lionne, morte peu après son arrivée à Paris après 3 jours de maladie, caractérisée par une période d'agitation puis de la paralysie. Ils ont retrouvé dans la corne d'Ammon les corpuscules caractéristiques de la rage ; l'émulsion du bulbe rachidien inoculée au lapin a provoqué une rage typique. — M. **R. Zivy** : *Sur un mode inédit de préparation des vaccins.* L'auteur a obtenu la stérilisation des cultures de bactéries en les soumettant à une série de gels et de dégels successifs. Les vaccins préparés sont remarquables par leur faible toxicité. — MM. **M. Léger** et **A. Baury** : *Porteurs sains de bacilles pesteux.* Des sujets jouissant d'une bonne santé apparente peuvent héberger dans leurs ganglions, indolores et non enflammés, des bacilles de Yersin. Ce ne sont pas des pesteux ambulatoires à *Pestis minor* ; ce sont vraiment des *porteurs sains*, impossibles à dépister cliniquement.

Séance du 30 *Octobre* 1922

1° Sciences mathématiques. — M. **M. d'Ocagne** : *Sur la représentation plane de l'espace.* L'auteur fait dériver d'un principe unique tous les modes de représentation plane de l'espace. — M. **de Séguier** : *Sur les diviseurs de certains groupes linéaires galoisiens.* — M. **C. Camichel** : *Sur le régime turbulent.* L'auteur résume des expériences ayant pour objet de mettre en évidence une propriété du régime turbulent qu'il croit nouvelle : c'est le fait que divers obstacles entièrement différents placés sur le trajet d'un liquide en mouvement peuvent donner à celui-ci le même degré de turbulence, et que ce degré de turbulence ne peut être dépassé. — M. **M. Maggini** : *Sur le rôle que la dispersion anomale peut jouer dans les spectres des étoiles.* L'auteur estime que seule la dispersion anomale peut donner une interprétation plausible des spectres présentant des raies isolées, ou un ensemble de raies isolées, ou un ensemble de raies dont le déplacement est en désaccord avec le déplacement général du spectre. — M. **R. Goudey** : *Sur une variation périodique annuelle de la marche des pendules.* Les observations de l'auteur établissent suffisamment que les pendules éprouvent une variation périodique annuelle, dont on peut calculer les coefficients et les phases des termes périodiques. La décroissance régulière de ces coefficients, la faible valeur des résidus indiquent bien que ce n'est pas un vain jeu de nombres. — MM. **Giacobini**, **P. Chofardet** et **A. Schaumasse** : *Observations de la comète Baade* (1922 *c*), *faites aux Observatoires de Paris, Besançon et Nice.* — M. **Poivilliers** : *Sur un nouveau stéréo-autographe.* Cet appareil est destiné au tracé automatique de tous les éléments de la carte, en partant de deux photographies distinctes du terrain, prises de points de vue quelconques et dans des directions également quelconques.

2° Sciences physiques. — MM. **L. de Broglie** et **A. Dauvillier** : *Sur les analogies de structure entre les séries optiques et les séries de Roentgen.* On peut distinguer, dans la multiplicité des lignes du spectre X, quatre séries analogues aux séries principale, diffuse, étroite et de Bergmann, bien connues dans les spectres optiques. — M. **A. Sellerio** : *Les effets axiaux du champ magnétique analogues à ceux de Righi-Leduc et de Ettingshausen.* L'auteur a pu mettre en évidence sur le bismuth l'existence des analogues axiaux des effets transversaux. — M. **C. Benedicks** : *Une étude de la déformabilité de la couche photographique.* L'auteur a recherché si la lumière du Soleil peut causer une déformation de la couche sensible non négligeable lorsqu'il s'agit de mesures délicates. La grandeur de cette déformation ne dépasse pas ± 0,002 mm. environ. — M. **J. A. Muller** : *Sur le degré de polymérisation moléculaire des corps à l'état critique.* A l'état critique, tous les corps, sauf l'hélium, contiennent des molécules polymérisées, mais ceux de ces corps qui, à la température ordinaire et à une pression voisine de la pression atmosphérique, jouent le rôle de gaz presque parfaits ont, déjà à l'état critique, un degré moyen de polymérisation peu élevé. — M. **R. Dubrisay** : *Action de l'acide*

borique sur la mannite en solution alcaline. Les faits observés par l'auteur semblent pouvoir être interprétés en admettant l'existence d'au moins deux combinaisons distinctes de mannite, d'acide borique et de soude, la plus riche en acide borique ayant le pouvoir rotatoire le plus élevé. — M. **Bonnier** : *Sur le dosage des carbonates alcalins en présence de la phtaléine du phénol.* L'auteur recommande l'emploi d'une solution de soude diluée à N/100, soit 50 cm³ NaOH N/12 plus 550 cm³ d'eau; y ajouter 6 gouttes de phtaléine. Verser l'acide cm³ par cm³, en agitant chaque fois. Quand la teinte fléchit, verser goutte à goutte. — M. **L. J. Simon** : *Sur le rôle de l'oxyde chromique dans l'oxydation sulfochromique.* Le sesqui-oxyde de chrome joue dans l'oxydation sulfochromique un rôle important dont il faut tenir compte et dont il serait intéressant de démêler le mécanisme. — M. **R. Legendre** : *Variations diurnes de la concentration en ions H de l'eau de mer littorale.* Le PH passe par un maximum vers 3 h. de l'après-midi, c'est-à-dire qu'à ce moment la teneur en ions OH, l'alcalinité réelle, est la plus grande. Le PH diminue ensuite rapidement vers la fin du jour ; il s'élève progressivement dans la matinée du lendemain.

3° Sciences naturelles. — M. **P. Bertrand** : *Sur les flores houillères de la Sarre.* L'auteur condense dans un tableau les caractères des principales flores houillères de la Sarre et leur distribution verticale. — M. **S. Metalnikow** : *Dix ans de culture des Infusoires sans conjugaison.* Ces expériences prouvent que la conjugaison n'est pas obligatoire pour la multiplication des Infusoires; la cellule, dépourvue de la possibilité de se conjuguer, ne dépérit pas par dégénérescence sénile, mais se multiplie avec la même énergie et la même rapidité qu'auparavant. — M. **C. Delezenne** et Mlle **S. Ledebt** : *Sur la transmission en série du pouvoir protéolytique initialement conféré au suc pancréatique inactif par l'entérokinase.* En opérant au voisinage de 0°, on observe qu'en partant d'un premier suc pancréatique dont l'activation a été elle-même réalisée à 0° par la kinase, on peut transmettre en série cette activation initiale et la suivre de suc en suc, pour ainsi dire, indéfiniment. — MM. **R. Wurmser** et **R. Jacquot** : *Sur la relation entre l'état colloïdal et les fonctions physiologiques du protoplasme.* Les auteurs ont étudié la respiration chez des Algues chauffées jusqu'à coagulation du protoplasma; la fonction respiratoire est conditionnée par l'état des colloïdes cellulaires. — MM. **A. Pézard** et **F. Caridroit** : *Interpénétration surrénalo-testiculaire chez des coqs castrés incomplètement.* A la suite de castrations incomplètes effectuées sur des coqs, les auteurs ont observé l'envahissement des transplants testiculaires accidentels par le tissu médullaire adrénalinogène, et inversement la présence de canaux séminifères à l'intérieur de la surrénale, canaux qui, un an après l'opération, manifestaient encore des signes d'activité fonctionnelle. — MM. **Ed. Chatton** et **A. Lwoff** : *Sur l'évolution des Infusoires des Lamellibranches. Relations des Hypocomidés avec les Ancistridés. Le genre* Hypocomides *n. gen.* Pour les auteurs, les *Hypocoma* sont, non pas des Acinétiens néoténiques, mais des Ancistridés, qui, de commensaux, sont devenus parasites grâce au développement de leur suçoir fonctionnant comme organe fixateur et absorbant. — M. **Et. Burnet** : *Sur les rapports du* B. abortus (*Bang*) *et du* Micrococcus melitensis. Ces deux microbes, si différents par leur action pathogène caractéristique, sont bactériologiquement indiscernables. — MM. **J. Dumas**, **D. Combiesco** et **J. Baltiano** : *Action des toxines tétanique et diphtérique per os.* Il est facile de reproduire le tétanos expérimental par ingestion de toxine tétanique chez le cobaye, mais non chez le lapin. Ce dernier est au contraire plus sensible que la cobaye à l'ingestion de toxine diphtérique.

Séance du 6 Novembre 1922

M. le Président annonce le décès de M. **E. Bouty**, membre de la Section de Physique générale.

1° Sciences mathématiques. — M. **S. Bernstein** : *Sur le développement asymptotique de la meilleure approximation pour des polynômes de degrés infiniment croissants des fonctions rationnelles.* — M. **B. Meidell** : *Sur un problème du calcul des probabilités et les statistiques mathématiques.* — M. **P. J. Myrberg** : *Sur les singularités des fonctions automorphes* (rectification). — M. **J. Le Roux** : *Sur la gravitation dans la Mécanique classique et dans la théorie d'Einstein.* L'auteur montre que la théorie d'Einstein, dans son état actuel, ne permet ni d'expliquer, ni de prévoir, même avec l'approximation la plus grossière, le mouvement séculaire du périhélie de Mercure.

2° Sciences physiques. — M. **A. Baldit** : *Mesures magnétiques dans le Sud de la France.* Ces mesures ont mis en évidence une forte perturbation dans la Haute-Loire ; en dehors de celle-ci, les isogones affectent un tracé en forme d'S régulier, analogue à celui que l'on trouve dans les régions troublées des bassins de Paris et de la Bretagne. — M. **L. de Broglie** : *Sur les interférences et la théorie des quanta de lumière.* Au point de vue des quanta de lumière, les phénomènes d'interférence paraissent liés à l'existence d'agglomérations d'atomes de lumière dont les mouvements ne sont pas indépendants, sont cohérents. — M. **P. Pascal** : *Analyse magnétique des silicates et des acides siliciques.* Toutes les formes de silice hydratée, quelle que soit l'étape considérée de leur déshydratation, se comportent magnétiquement comme un mélange pur et simple de silice anhydre et d'eau. L'analyse magnétique fournit donc un nouvel argument quantitatif des plus nets contre l'existence d'acides définis dans des « silices hydratées ». — M. **A. Brochet** : *Sur la préparation du nickel actif pour la catalyse organique.* L'auteur a préparé trois variétés de nickel actif, qui possèdent sensiblement les mêmes propriétés catalytiques : un nickel pyrophorique, en réduisant l'hydrocarbonate par H à chaud ; un nickel non pyrophorique, obtenu par l'action d'un gaz inerte à chaud sur le précédent ; un nickel pulvérulent, résultant de la calcination des sels de Ni à l'abri de l'air. — MM. **A. Aubry** et **E. Dormoy** : *Sur un glucoside arsenical : le diglucosidodioxydiamino-arsénobenzène.* Ce glucoside a été obtenu par action du glucose sur le 606. Il s'hydrolyse lentement en solution aqueuse; il est très soluble en milieu neutre et

moins altérable à l'air que le 606. — MM. **M. Bridel** et **C. Charaux** : *La centauréine, glucoside nouveau, retiré des racines de* Centaurea Jacea L. Les auteurs ont retiré des racines de *Centaurea Jacea* un glucoside nouveau, lévogyre, non réducteur, qu'ils nomment centauréine. A l'hydrolyse, il donne du glucose et un autre produit cristallisé que les auteurs appellent centauréidine. — M. **L. Lindet** : *A propos de la coagulation du latex.* A propos de la note de M. Vernet montrant l'influence du $CaCl^2$ sur la coagulation du latex d'*Hevea*, l'auteur rappelle qu'il a indiqué en 1913-14 que l'addition de $CaCl^2$ à du lait cru ou cuit produit un caillé plus ferme et en plus grande quantité.

3° Sciences naturelles. — M. **Pereira de Souza** : *Sur les roches éruptives de la bordure mésozoïque et caïnozoïque de l'Algarve et leur âge géologique.* Ces roches présentent la plus grande affinité avec les roches basiques de la Serra de Monchique et de ses environs; ces dernières seraient donc crétaciques ou post-crétaciques. — M. **C. Kilian** : *Aperçu général de la structure des Tassilis des Ajjer.* L'auteur distingue les Tassilis externes, ou plateaux de grès dévoniens, et les Tassilis internes, ou plateaux de grès siluriens. — M. **S. Stefanescu** : *Sur la vitesse de l'évolution et sur le plan général de structure de la couronne des molaires des Mastodontes et des Eléphants.* — MM. **E.** et **G. Nicolas** : *L'action de l'hexaméthylènetétramine sur les végétaux supérieurs.* Aux doses de 0,1 à 0,3 gr. par litre de solution, l'hexaméthylènetétramine se comporte comme un aliment pour le haricot; son action se traduit par une augmentation de poids de la plante et par un plus grand développement des feuilles, tant en surface qu'en nombre. — M. M. **Molliard** : *Influence des sels de cuivre sur le rendement du* Sterigmatocystis nigra. Le cuivre, en même temps qu'il ralentit la croissance du mycélium, détermine constamment un rendement moindre, par suite d'une respiration plus intense. — MM. **A. Davy de Virville** et **F. Obaton** : *Sur l'ouverture et la fermeture des fleurs météoriques persistantes.* Les mouvements quotidiens d'ouverture et de fermeture des fleurs météoriques persistantes dépendent presque uniquement de la température; l'abaissement de l'état hygrométrique de l'air favorise aussi l'ouverture de ces fleurs, mais très peu. Par contre, la lumière n'a aucune action. — M. **A. Labbé** : *Les variations de la concentration en ions H dans les marais salants, comme facteur biologique.* L'auteur a constaté que, dans les divers réservoirs d'une même saline, la concentration en ions H s'élève d'abord rapidement, passe par un maximum, puis redescend d'abord rapidement, puis de plus en plus lentement (courbe en cloche). Cette courbe paraît être en relations avec la présence et la quantité de certains organismes marins. — M. **J. Effront** : *Sur l'absorption de la pepsine et de l'acide chlorhydrique par les aliments.* Les pulpes des légumes et des fruits absorbent à la fois les acides et les pepsines; cette absorption est en relation avec l'état colloïdal de la pulpe. Les pommes et les poires ont un pouvoir absorbant relativement faible pour les pepsines et les acides; les légumes cuits agissent à la fois très énergiquement sur les deux. — M. **Bezssonoff** : *Effets sur les cobayes d'une préparation antiscorbutique.* L'huile de foie de morue exerce sur les cobayes une action nocive déjà à la dose de 70 mgr. par jour; cet effet peut être contrebalancé par une dose forte de produit antiscorbutique. La quantité d'éléments contenus dans 1/10 de gr. de produit C (jus de choux déféqué, puis séché) se montre suffisante pour assurer le développement normal des cobayes pesant plus de 600 gr.

SOCIÉTÉ DE BIOLOGIE

Séance du 28 Octobre 1922

M. **A. Weber** : *Toxicité du milieu intérieur des Urodèles pour leurs œufs.* A la suite de greffes répétées d'œufs fécondés, cette toxicité particulière des Urodèles adultes disparaît ou s'atténue. La substance toxique hypothétique du milieu intérieur des Tritons ne passe pas dans les ultra-filtres serrés, mais traverse sans difficulté les ultra-filtres mous. — Mlle **F. Gueylard** : *Variations de poids de l'Epinoche passant de l'eau douce dans des solutions de NaCl à différentes concentrations.* Le poids du poisson placé dans l'eau salée diminue au début, puis augmente, jusqu'à ce qu'il ait acquis une valeur fixe, égale ou souvent supérieure à sa valeur initiale dans l'eau douce. Ces variations sont presque nulles dans les solutions à 9 o/oo de NaCl; elles augmentent pour des solutions plus ou moins concentrées. — M. M. **Prenant** : *Sur les ferments oxydants nucléaires et cytoplasmiques et sur leur importance physiologique.* L'auteur pense que la notion de peroxydase est une notion physiologiquement artificielle, due à la réunion, par nos réactifs, de corps qui peuvent être extrêmement divers, mais qui se trouvent avoir tous en commun cette propriété d'activer l'eau oxygénée en présence d'accepteurs appropriés. — M. **L. Desliens** : *Transfusion sanguine et fièvre aphteuse.* La transfusion du sang des animaux guéris constitue une arme efficace contre la fièvre aphteuse; elle permet de préserver les exploitations menacées; le sang vivant enraie la contagion dans les étables infectées.

Séance du 4 Novembre 1922

M. **P. Gay** : *Action du filtrat de* Mucor *sur le développement des cultures microbiennes.* Certains microbes pathogènes de l'homme, ensemencés comparativement avec ou sans extrait stérilisé de cultures de certains *Mucor*, donnent plus de résultats positifs dans les premiers milieux. De plus, l'amorçage des cultures est plus rapide lorsque celles-ci ont poussé en présence de filtrat de *Mucor*. — MM. **A. Besson** et **G. Ehringer** : *Sur un nouveau bacille isolé des huîtres.* Les auteurs ont rencontré dans des huîtres saines, en culture à peu près pure, un nouveau bacille qu'ils nomment *Bac. ostrei*; il présente quelques caractères communs avec le bacille d'Eberth, mais il s'en distingue par ses propriétés protéolytiques très développées, ses propriétés basophiles et sa sensibilité au vert malachite.

Le Gérant : Gaston Doin.

Sté Gle d'Imp. et d'Ed., rue de la Bertauche, 1, Sens.

33e ANNÉE N° 23 15 DÉCEMBRE 1922

Revue générale des Sciences pures et appliquées

FONDATEUR : LOUIS OLIVIER

DIRECTEUR : J.-P. LANGLOIS, Professeur au Conservatoire national des Arts-et-Métiers, Membre de l'Académie de Médecine

Adresser tout ce qui concerne la rédaction à M. J.-P. LANGLOIS, 8, place de l'Odéon, Paris. — La reproduction et la traduction des œuvres et de travaux publiés dans la *Revue* sont complètement interdites en France et en pays étrangers y compris la Suède, la Norvège et la Hollande

CHRONIQUE ET CORRESPONDANCE

§ 1. — Distinctions scientifiques

Les Prix Nobel. — Le Prix Nobel de Physique pour 1921 a été décerné au Professeur A. Einstein pour ses travaux de Physique théorique, et le prix pour 1922 au Prof. N. Bohr, de Copenhague, pour ses recherches sur la structure des atomes.

Le Prix Nobel de Chimie pour 1921 a été attribué au Prof. F. Soddy pour ses travaux sur les éléments radioactifs, et celui pour 1922 au Prof. F. W. Aston pour ses recherches sur les isotopes.

§ 2. — Nécrologie

Edm. Bouty. — M. Edmond Bouty, professeur honoraire à la Faculté des Sciences de Paris, Membre de l'Institut, a été enlevé presque subitement à l'affection de sa famille et de ses nombreux amis et anciens élèves le 5 novembre dernier.

Né en janvier 1846 à Nant (Aveyron), il fut admis à l'Ecole Normale supérieure en 1866.

D'abord professeur agrégé de Physique aux lycées de Montauban, de Reims, puis au lycée Saint-Louis (1873) et docteur ès sciences en 1875, il fut dès 1873 attaché au Laboratoire de Recherches physiques de la Sorbonne, dirigé par Jamin, et chargé par celui-ci de la refonte de son « Traité de Physique », qu'il compléta plus tard par des fascicules destinés à le mettre au courant des progrès de la Science.

Maître de conférences en remplacement de Lippmann, nommé professeur de Physique mathématique (1883), il devint directeur adjoint du laboratoire, et momentanément maître de conférences à l'Ecole Normale supérieure (1884-5).

A la mort de P. Desains, il fut d'abord chargé à titre provisoire de la direction du laboratoire d'Enseignement créé par celui-ci, puis lui succéda dans sa chaire (1885).

M. Bouty a donné un tel développement au laboratoire d'Enseignement que non seulement les anciens locaux de la rue Saint Jacques, mais aussi ceux qui lui furent impartis dans la nouvelle Sorbonne (1893), devinrent rapidement insuffisants, — le nombre des étudiants prenant part aux manipulations dépassant 200.

Il contribua, dans les deux laboratoires, à la formation scientifique d'un bon nombre de professeurs actuels de l'Enseignement supérieur, qui ont conservé le meilleur souvenir des conseils qu'il leur a prodigués et de la netteté de son enseignement.

A son œuvre didactique il faut rattacher la direction pendant de longues années du *Journal de Physique*, fondé par d'Almeida, et celle des *Annales de Physique*, à laquelle il se consacra jusqu'à son dernier jour.

Les travaux de M. Bouty ont porté principalement sur le Magnétisme et l'Electricité. Ils ont fait l'objet d'environ 70 notes à l'Académie des Sciences et de nombreux Mémoires dans les *Annales de Chimie et de Physique*, le *Journal de Physique*, les *Annales de l'Ecole Normale*, etc.

Ils se groupent autour de quelques problèmes qu'il a attaqués avec persévérance, de manière à découvrir les lois essentielles des phénomènes. Il mit en œuvre le plus souvent des méthodes personnelles aussi simples que possible, et en se dégageant autant que faire se peut de toute théorie et de toute hypothèse, même très en faveur.

1. *Magnétisme.* — Etude de la distribution du magné-

tisme sur les aimants d'acier et de l'induction magnétique. Ces recherches ont contribué, avec celles de Stoletow et de Rowland, à fixer les lois de cette induction (fonctions magnétisantes temporaire et permanente) et elles ont conduit à l'hypothèse de l'hétérogénéité magnétique de l'acier, confirmée depuis par les travaux d'Osmond.

2. *Electrolyse* (1883-89). — Les électrolytes traversés par un courant électrique sont le siège de phénomènes très complexes tant dans la masse qu'au contact des électrodes. M. Bouty a largement contribué à élucider la question de la conductibilité des sels dissous ou fondus.

Il reconnut d'abord que, pour beaucoup de sels neutres en solution aqueuse très diluée, les conductibilités, à égale concentration moléculaire, tendent vers une limite commune et que, pour ces sels qualifiés *normaux*, le coefficient de variation avec la température est le même.

A la même époque, Kohlrausch formulait une *loi additive*, devenue classique, permettant de calculer la conductibilité des solutions d'après la *mobilité* des *ions*, qui, selon lui, sont déjà complètement dissociés dans une solution décinormale. M. Bouty arrivait à la même loi d'additivité, mais démontrait qu'à cette concentration la dissociation est loin d'être complète. Il établissait en outre que les sels anormaux sont ceux dont la solution s'appauvrit inégalement aux électrodes.

Laissons de côté divers sujets en connexion avec le précédent, tels que l'électrolyse des sels fondus dont l'étude a été continuée par L. Poincaré, mais signalons l'application des mesures de conductibilité à l'étude des réactions chimiques en solution aqueuse (1887).

L'étude de la polarisation des électrodes a amené M. Bouty à assimiler une électrode polarisée à un condensateur parfait solidaire d'un accumulateur fermé sur une dérivation conductrice.

On lui doit aussi une étude très importante des phénomènes thermiques et mécaniques qui se développent dans l'électrolyse, et spécialement du phénomène de Peltier.

3. *Diélectriques solides.* — Il n'y a pas de limite tranchée entre électrolytes et diélectriques. Ainsi M. Bouty établit que l'azotate de potassium, parfaitement isolant à basse température, devient conducteur bien avant son point de fusion, où il devient électrolyte parfait. Il y a superposition des deux propriétés, et la constante diélectrique ne cesse pas d'obéir à la loi de Maxwell, alors que la conductibilité a centuplé.

Dans le même domaine, il établit que les *résidus* du mica ne sont pas dus à une *pénétration des charges*, qui dégénérerait à la longue en conductibilité.

Notons que cette étude du mica a conduit à une modification très heureuse des condensateurs à lames de mica : leur capacité est devenue invariable grâce au remplacement des feuilles d'étain formant les armatures par l'argenture du mica.

4. *Diélectriques gazeux* (1899-1913). — Enfin on lui doit une très belle série d'expériences sur la *cohésion diélectrique des gaz*. Une masse de gaz raréfié est placée dans un champ électrique uniforme qu'on fait augmenter progressivement. Lorsque ce champ atteint une certaine valeur *critique*, le gaz s'illumine instantanément et se comporte comme un conducteur parfait. M. Bouty établit les lois du phénomène qu'il étudie entre — 100° et + 300°.

Il définit sous le nom de *cohésion diélectrique* et détermine une *constante spécifique* qui caractérise l'obstacle opposé par le gaz au passage de la décharge, c'est-à-dire à la rupture de l'équilibre diélectrique.

Cette constante est beaucoup plus faible dans les gaz mono-atomiques et spécialement chez le néon que chez les autres gaz.

Elle constitue, en conséquence, pour ces gaz un critérium de pureté très important, vu l'absence de réactions chimiques.

Cette propriété du néon, portée immédiatement à la connaissance de M. Claude, qui le lui avait obligeamment fourni, a été appliquée par celui-ci à un éclairage par tubes à néon qui a fait sensation.

5. — Si incomplète que doive être cette notice, je ne puis passer sous silence une étude d'un autre genre, d'une moins grande portée scientifique, mais tout de même très intéressante : celle des flammes sensibles et des flammes chantantes.

Là comme partout ailleurs l'expérimentateur déploie les mêmes qualités : observation méthodique consciencieuse, interprétation fondée sur une critique serrée.

A. Leduc,
Professeur à la Faculté des Sciences de Paris.

§ 3. — Art de l'Ingénieur

La marine marchande française en 1920. — Le Tableau général du commerce et de la navigation de la France, qui vient d'être publié par l'Administration des Douanes, fournit des renseignements intéressants sur notre marine marchande. Au 31 décembre 1919, son effectif comprenait, bâtiments à voiles et à vapeur réunis, 15.106 navires, jaugeant net 1.305.969 t., et nécessitant 62.714 hommes d'équipage et 10.102 mécaniciens et chauffeurs. Les voiliers sont représentés par 13.137 navires et 427.131 t., et les vapeurs par 1.969 navires et 878.838 t.[1] Le tonnage net total se répartit d'après l'emploi par 713.344 t. pour le long cours, 310.615 t. pour le cabotage international, 91.228 t. pour le cabotage français, 85.726 t. pour la petite pêche, 15.392 t. pour la grande pêche, 12.325 t. pour le service des ports, 2.559 t. pour les yachts de plaisance, et 74.780 t. sont restés sans emploi dans l'année.

Les dépècements, accidents de mer, ventes à l'étranger nous ont fait perdre un tonnage de 60.028 t., au cours de 1919, qui a été remplacé par un tonnage neuf de 34.578 t. (364 navires) construits en France et de 72.382 t. (161 navires) construits à l'étranger.

Pendant la décade 1910-1919, l'effectif de notre marine

1. Le tonnage brut correspondant s'élève à 504.238 t. pour les voiliers et 1.551.269 t. pour les vapeurs, de telle sorte que le rapport du tonnage net au tonnage brut ressort à 85 % pour les voiliers et à 57 % pour les vapeurs.

marchande a diminué de 145.679 t., différence résultant de la réduction subie par les voiliers, 208.950 t., et de la plus-value dont ont bénéficié les vapeurs, 63.271 t.

En ce qui concerne l'âge des navires, la répartition des vapeurs donne les résultats suivants : 35,06 °/o du nombre des navires ont de 1 à 10 ans, 31,92 °/o de 10 à 20 ans, 17,19 °/o de 20 à 30 ans, 11,91 °/o de 30 à 40 ans, et 3,92 °/o ont au-dessus de 40 ans.

Le classement des vapeurs d'après la force de leurs machines fait ressortir 472 navires de moins de 30 chevaux, 181 navires de 30 à 60 chevaux, 172 navires de 60 à 100 chevaux, 235 navires de 100 à 200 chevaux et 909 navires de plus de 200 chevaux, soit un total de 1.274.829 chevaux.

Entre les ports de l'Océan et ceux de la Méditerranée, l'effectif total, voiliers et vapeurs, se répartissait comme suit : pour les premiers 12.640 navires, jaugeant net 933.977 t.; pour les seconds 2.466 navires, avec 371.992 t.

Les subventions à la marine marchande, c'est-à-dire les primes allouées pour les constructions de navires, pour la navigation au long cours et le cabotage international, et à titre de compensation d'armement, se sont élevées de 1907 à 1919 à près de 353 millions de francs, dont 6 millions et demi en 1919.

Pierre Clerget.

§ 4. — Electricité industrielle

Four électrique à haute fréquence. — On construit actuellement en Amérique, sous le nom de four Ajax-Northrup, un four électrique à induction qui se distingue des types de fours électriques à induction anciens en ce qu'il y est fait usage de courants à haute fréquence.

Ces courants sont obtenus au moyen d'un système oscillateur à étincelles, comprenant des condensateurs et transformateurs industriels, en partant du courant alternatif à 50 ou 60 périodes d'une distribution ordinaire : on opère sous une tension de quelques milliers de volts (6.600 par exemple) au four.

Celui-ci se compose d'un creuset autour duquel est disposé un enroulement conducteur, isolé du creuset par une couche calorifuge et une couche isolante appropriées; l'enroulement est fait en tube de cuivre aplati et une circulation d'eau y est établie ; l'isolement électrique se fait de préférence à la micanite.

Dans le modèle normal de four, le creuset a une contenance de 8 litres environ; la bobine a 11 cm. de diamètre à la base et 25 au sommet avec une hauteur de 25 cm. environ; le creuset peut recevoir 20 à 25 kg. d'acier ou de tout autre métal du même genre; pour les métaux moins fusibles, on ne charge dans le creuset qu'un poids moindre de métal; on opère avec des tournures ou coupures de métal.

Le métal est échauffé par l'effet des courants qu'y induisent les courants à haute tension dans la bobine extérieure ; dans le cas des métaux magnétiques, les effets de l'hystérésis s'ajoutent aux courants de Foucault pour favoriser le chauffage; celui-ci est énergique ; pour un four de la dimension ci-dessus, on emploie une puissance à l'équipement convertisseur de 20 kw. environ.

Les actions électromagnétiques s'exerçant sur la masse métallique contenue dans le creuset ont pour effet d'y créer un brassage énergique, qui fait monter le métal fondu du fond vers le haut au centre du creuset, et inversement vers les régions périphériques, de telle sorte que le métal obtenu est très homogène.

H. M.

§ 5. — Sciences médicales

La mortalité par cancer et sa fréquence croissante. — M. le Professeur Tuffier a communiqué récemment à l'Académie de Médecine une série de chiffres sur la mortalité par le cancer, qui mettent en évidence une fréquence croissante de cette maladie[1].

Ces chiffres, rassemblés avec beaucoup de soin par un statisticien américain, M. Hoffman, représentent, malgré les diverses causes d'erreur auxquelles peuvent être sujets des relevés de ce genre, un ensemble tellement important, et concordant dans plusieurs de ses parties, qu'on est en droit de leur faire crédit.

Au total, les statistiques de mortalité par cancer comprennent 450 millions d'habitants, soit 26 °/o de la population du globe en 1911, et montrent qu'en Afrique cette mortalité est de 33,4 pour 100.000, alors qu'en Europe elle est de 76,6, dans les deux Amériques de 65,7, en Océanie de 73 et en Asie de 54.

Pour la période de 1908 à 1912, la statistique portant sur environ 2.124 millions d'êtres humains donne la proportion de 71,6 pour 100.000 habitants, soit environ 500.000 morts par an. Aux Etats-Unis, où l'on a poussé l'analyse très loin, la mortalité en 1912 s'élevait à 78,9 pour 100.000 habitants, ce qui donne 76.000 morts de cancer par an; elle était en 1915 d'environ 80.000 et et en 1920 de 84.000.

Cette mortalité porte inégalement sur les deux *sexes*. A peu près à tous les âges, la femme a une moyenne de 24 °/o supérieure à celle de l'homme.

La proportion des organes et des tissus atteints reste à peu près constante : tube digestif, estomac et foie, environ 70 °/o des cas chez l'homme et 30 °/o chez la femme; puis utérus 30 °/o, sein 25 °/o et peau 15 °/o.

Les différentes nations ne paient pas un égal tribut à cette maladie : pour la période de 1906 à 1910, et pour 100.000 habitants, l'Angleterre arrive en tête avec 94, suivie par la Hollande avec 93, les Etats-Unis en 1913 avec 76,3, la France avec 73, l'Espagne 44 et la Hongrie 43 décès.

La question de l'influence des races peut être étudiée dans certains pays comme Ceylan, où Européens, Malais et Cingalais vivent dans les mêmes conditions; les Européens comptent une mortalité de 15 pour 100.000, alors que les Malais comptent pour 8 et les Cingalais pour 7. Le fait est d'autant plus intéressant que les Européens quittent généralement l'île vers 50 ans, âge où le cancer augmente de fréquence, tandis que les Malais et les indigènes y restent jusqu'à leur mort.

1. *Bull. Acad. Méd.*, t. LXXXVIII, n° 36, p. 193 ; 7 nov. 1922.

Quant à la prétendue moindre fréquence du cancer chez les noirs que chez les blancs, si elle existe la différence semble s'atténuer avec le temps.

Par contre, il faut signaler dans ce domaine deux faits très intéressants : celui de l'immunité presque complète des Indiens de l'Amérique du Nord (29 cas en vingt années sur une population d'environ 115.000 habitants dans les « réserves »), et l'immunité locale du sein chez les Japonaises (1,8 à 2 pour 100.000 dans ces dernières années, alors qu'elle est de 18,6 à 20,8 en Angleterre, de 14,3 aux Etats-Unis et de 13 en Suisse) ; cette immunité se retrouve chez les Japonaises ayant émigré aux îles Hawaï.

L'accroissement de la fréquence du cancer dans le monde porte sur toutes les races et sur tous les peuples: en Europe, depuis 32 ans, il est de 56 %, et en Amérique de 76% (environ 2 % par an). Suivant les pays, le pourcentage d'accroissement a été au maximum de 28,5 pour Cuba, de 23,4 pour l'Urugay, de 14 au Japon, de 10 en France, de 8 en Angleterre, de 6 aux Etats-Unis, de 2 en Suède.

Cette ascension frappe également les deux sexes. Elle est commune à peu près à tous les âges, maximum après 55 ans. Elle porte sur toutes les formes du cancer et sur tous les organes, et dans l'ordre de leur fréquence générale.

Il ressort de ces chiffres que la mortalité par cancer devient une menace de plus en plus pressante pour tout le genre humain. Il est difficile, en examinant les questions de race, de climat et de diététique, de tirer une conclusion pratique susceptible d'améliorer cette situation; seules les inflammations chroniques ou les irritations répétées, qui paraissent les causes déterminantes de la localisation du cancer, et peut-être de sa production même, sont susceptibles d'être évitées. On ne doit donc encore compter que sur le diagnostic précoce du cancer pour en diminuer la gravité, par sa destruction complète et immédiate.

§ 6. — Géographie et Colonisation

Explorations au Spitsberg et à l'île Jan Mayen. — Le Spitsberg, où aborda le premier le voyageur hollandais Willem Barents en 1596, fut parcouru depuis par des explorateurs et des savants de toute nationalité, mais on peut remarquer que, selon les époques, il en fut qui dominèrent : les Hollandais et les Anglais d'abord jusqu'à la fin du XVIIIe siècle; puis, après des explorations françaises, comme celle confiée à la Commission scientifique du Nord en 1838 et celle de MM. Charles Rabot et Lancelin en 1892, ce furent les Norvégiens et les Suédois au cours du XIXe siècle jusqu'au début du vingtième, et ensuite les Norvégiens exclusivement. Ceux-ci, à partir de 1906, ont poursuivi une étude méthodique du Spitsberg et, depuis 1909, le gouvernement norvégien assure chaque année l'envoi d'une expédition scientifique[1]. La Norvège avait depuis longtemps émis de justes prétentions sur cette terre, ce qui expliquait son activité, et, le 16 février 1920, sa souveraineté fut formellement reconnue[1].

Sous la direction de M. Adolf Hoel, géologue, qui depuis 1907 avait pris part à diverses expéditions au Spitsberg et en a conduites ensuite lui-même, fut poursuivie de 1917 à 1921 une série d'explorations norvégiennes qui donnèrent de très intéressants résultats. Avec le concours des savants qui l'accompagnaient, il put arriver à établir, en tenant compte de levers exécutés précédemment par des missions venues aussi de Norvège, une carte complète de la partie occidentale du Spitsberg sur une largeur de 20 à 100 kilomètres, depuis la côte Nord jusqu'au cap Sud. Une carte géologique a été aussi dressée pour la même région, et l'on s'est appliqué à y signaler tous les gisements de combustible minéral. Enfin il a été fait également une carte marine de toute la côte occidentale. Un important travail sur les expéditions norvégiennes au Spitsberg, où sont réunis les rapports de M. Hoel et de ses collaborateurs, donne un très intéressant exposé de nombreux résultats topographiques, hydrographiques, géologiques, météorologiques et botaniques, obtenus par leurs missions successives[2].

Ce sont les grandes ressources économiques offertes par cette terre, la plus riche du monde polaire, qui y ont attiré des navigateurs des divers pays et, après être demeurée longtemps sans habitants, elle est devenue pour la Norvège une véritable colonie d'exploitation qui se peuple de plus en plus. Depuis 1917, elle conserve même en hiver une partie de sa population. Au XVIIe siècle, le Spitsberg était surtout devenu l'un des plus grands centres de pêche de la baleine, mais depuis que l'on a découvert les productions minérales variées que renferme ce territoire, à savoir houille[3], platine, or alluvial, asbeste, phosphate, fer, puis gypse et marbres de couleur, c'est le sol même qui est exploité et qui fournit des produits d'exportation. Il existe aujourd'hui au Spitsberg quatorze compagnies houillères et dans cinq localités on exploite des mines de houille. Durant l'été de 1921, il y a eu dans ces centres une population totale de 1.315 habitants, et de 895 durant l'hiver 1921-1922. En 1921, il a été exporté 153.000 tonnes de charbon.

1. On peut consulter sur le Spitsberg et sur l'histoire de ses explorations : CHARLES RABOT : The Norwegians in Spitsbergen (*The Geographical Review*, New York, vol. VIII, octobre-novembre 1919 p. 209-226, 2 cartes, 13 phot.); S. REIZLER : Spitsberg (*Larousse mensuel*, janvier 1922, p. 685-687).

1. Sur l'histoire de la situation politique du Spitsberg, nous citons une étude d'un paléologue norvégien, ARNOLD RÆSTAD, traduite en français par CHARLES RABOT dans *La Géographie*, t. XXV, 1er semestre 1912, p. 335-354 ; t. XXVI, 2e sem. 1912, p. 65-92.

2. Une traduction de l'ouvrage a été donnée par M. CHARLES RABOT : Expéditions norvégiennes au Spitsberg, 1919-1921. Paris, Delagrave, 1922 (*Revue de Géographie*, t. IX, 1916-1921, fasc. IV-V, p. 1-48, 2 cartes, 8 phot.). — Voir aussi sur ces expéditions : CHARLES RABOT : Norwegian explorations in Spitsbergen, 1919, 1920 and 1921 (*The Geographical Review*, New York, avril 1922, p. 303-304); S. REIZLER, L'exploration du Spitsberg et sa mise en valeur par les Norvégiens de 1917 à 1921 (*La Géographie*, mai 1922, p. 532-534).

3. Au sujet des gisements houillers du Spitsberg, on peut se référer à un article de M. J. VICHNIAK, paru dans la *Revue générale des Sciences*, 1917, p. 35.

A côté des explorations norvégiennes, il s'en trouve aussi d'anglaises à mentionner pour des années récentes. En 1920, le géologue et explorateur polaire Wordie se rendit au Spitsberg[1] et commença son voyage par une exploration de l'île du Prince Charles. Il fit l'ascension du Mont Monaco, haut de 3.450 pieds, soit environ 1.117 mètres 8, ce qui lui permit d'éclaircir divers problèmes géologiques concernant à la fois tout le groupe montagneux du centre. En juillet 1920, l'expédition se porta vers le Stor Fjord, vaste passe marine séparant les îles de Barents et d'Edge de l'île principale. Elle eut cette année la bonne fortune que les eaux soient bien plus libres que d'habitude, ce qui permit de visiter beaucoup de parties des côtes. M. Wordie a fait une utile revision de la ligne côtière et il a rapporté des connaissances nouvelles sur le régime glaciaire du Spitsberg. Son opinion est que, malgré quelques avances locales, le retrait des glaciers a été constant depuis la période du dernier grand courant glaciaire.

Une autre expédition anglaise, organisée par des membres de l'Université d'Oxford, s'est rendue au Spitsberg dans l'été de 1921. Deux ou trois spécialistes se proposaient d'observer les oiseaux, lesquels sont nombreux au Spitsberg, au moment de l'incubation. Des botanistes, des experts paléontologues et des alpinistes, faisant partie de la mission, devaient apporter leurs concours spéciaux. Ces derniers étaient chargés de tenter le passage difficile des hauts pics et des glaciers du Spitsberg occidental.

Au mois de septembre, on apprenait que plusieurs savants avaient travaillé dans la région de l'Ice Fjord. Puis, quatre alpinistes se préparaient à traverser la partie inconnue du continent, de la Nouvelle Frise au détroit d'Hinlopen. Sur la côte ouest, quatre hommes avaient été explorer l'île du Prince Charles.

Au début de l'année 1922, on a exposé à Oxford les importantes collections recueillies au cours de l'expédition. Nous signalerons notamment celles des oiseaux arctiques et de leurs œufs, des photographies et peintures représentant les régions visitées, puis celles de botanique et de géologie. Nous mentionnerons aussi des plantes et des bois fossiles, rappelant les espèces des pays tropicaux et qui montrent que le Spitsberg a eu jadis un climat se rapprochant de celui de l'Amérique du Sud.

En 1921, a été entreprise aussi par des Norvégiens une exploration nouvelle de l'île Jan Mayen, qui est située plus près du Grönland, au nord-est de l'Islande. L'île, qui appartient au Danemark, a été successivement visitée par un certain nombre de savants, mais elle n'est pas toujours facilement abordable. Nous nous bornons à rappeler qu'en 1882-1883, une mission autrichienne y installa une station météorologique dans la baie de Mary Muss. En 1891, le navire français le *Châteaurenault*, ayant entrepris une campagne à laquelle avait pris part M. Charles Rabot, n'avait pu y aborder; en 1892, une mission scientifique dont faisaient partie MM. Georges Pouchet et Charles Rabot, put, sur le transport la *Manche*, atterrir dans la baie de Mary Muss. Le Dr Charcot a vu aussi Jan Mayen en 1902 et en 1912 et 1913.

L'expédition norvégienne partie en 1921 était conduite par l'ingénieur Ekerold qui avait avec lui trois ingénieurs, un météorologiste, un physicien et un capitaine de vaisseau. Les buts principaux de la mission étaient de faire des études météorologiques et aérologiques, et de construire une station de télégraphie sans fil devant servir d'intermédiaire entre celles du Spitsberg et de l'Islande. L'expédition a été chargée aussi d'examiner les conditions d'établissement d'une station météorologique permanente à Jan Mayen. Pour assurer la mise à exécution des projets formés, l'ingénieur Ekerold a hiverné dans l'île avec trois compagnons. La station de T.S.F., qui a été mise en fonctionnement pour une année seulement, a donné de bons résultats, et elle sera continuée[1].

A l'expédition norvégienne avaient été admis à se joindre un Suisse, le Dr Paul Mercanton, professeur à l'Université de Lausanne, très compétent sur les questions glaciaires, puis quelques Anglais, M. Wordie et un groupe de naturalistes de Cambridge. MM. Mercanton et Wordie avaient depuis longtemps déjà, en vue d'éclairer leurs connaissances glaciaires, formé le projet de tenter l'ascension du Beerenberg, volcan éteint, haut de 2.545 mètres, d'où descendent de tous côtés des glaciers. Un troisième compagnon s'unit à eux et le groupe, dirigé par Mercanton, réussit, malgré un temps peu favorable, à gravir le premier ce point culminant, le 11 août 1921[2].

Nous ne pouvons clore cette note sans signaler le violent tremblement de terre qui s'est produit, le 8 avril 1922, sur la petite île volcanique de Jan Mayen. Les maisons en bois de la Station météorologique ont oscillé de droite et de gauche, « comme des canots secoués par la tempête », a-t-on dit. A Bergen, sur la côte occidentale de la Norvège, on n'a enregistré qu'une faible secousse. Il est à noter que la nouvelle a été transmise par un radio du poste de T.S.F. installé dans l'île depuis l'automne de 1921[3].

Gustave Regelsperger.

1. *The Geographical Journal*, juillet 1921. — *The Geographical Review*, New-York, avril 1922, p. 304-305.

1. *The Geographical Journal*, juin 1922, p. 475.

2. M. Mercanton a fait, à la Société de Géographie de Paris, le 17 mars 1922, une conférence concernant cette ascension (*La Géographie*, mai 1922, p. 569-571, Résumé). — Des travaux géologiques publiés par M. Mercanton depuis son voyage sont signalés dans : *La Géographie*, septembre-octobre 1922, p. 362. — On peut voir aussi sur cette expédition : *The Geographical Review*, New York, octobre 1922, p. 653-654.

3. *La Géographie*, juin 1922, p. 135.

LA DISPERSION ROTATOIRE NATURELLE

SON EMPLOI COMME INSTRUMENT D'ANALYSE ET DE RECHERCHE EN CHIMIE [1]

PREMIÈRE PARTIE

Définition et méthodes de mesure

I. — Rotation et dispersion naturelles

Quand un faisceau lumineux monochromatique, polarisé linéairement, traverse un corps isotrope, le plan de polarisation reste fixe; de même si la lumière traverse un cristal biréfringent dans la direction d'un axe optique. Cette règle est loin d'être générale; un grand nombre de substances possèdent la propriété de faire tourner le plan de polarisation (pouvoir rotatoire); leur ensemble constitue les *corps actifs*. Ce sont : 1° des cristaux observés dans la direction d'un axe optique (quartz, cinabre, etc.); 2° des corps dérivés d'un certain nombre d'éléments asymétriques (C, N, S, Ir...); ces corps peuvent être solides, liquides ou dissous (essence de térébenthine, sirop de sucre). La lumière émergente reste polarisée linéairement; mais l'azimut de polarisation n'est plus le même à la sortie du corps actif; il tourne à droite ou à gauche à partir de sa position initiale. Dans ce qui suit, il sera uniquement question des corps du 2e groupe. Ces corps conservent le pouvoir rotatoire en passant de l'état liquide à l'état de vapeur; leur pouvoir rotatoire est une propriété des molécules mêmes du corps; on l'appelle quelquefois *moléculaire*, par opposition au pouvoir rotatoire *cristallin* des corps du premier groupe. Il est dit aussi *naturel*, par opposition au pouvoir rotatoire *magnétique*, présenté dans un champ magnétique par les substances transparentes sans exception.

La rotation produite par un corps actif est proportionnelle à l'épaisseur observée; on appelle pouvoir rotatoire spécifique le quotient $[\alpha] = \frac{\alpha}{ld}$ [α, rotation lue sous la longueur l (dm.); d, densité du corps]. S'il s'agit d'une solution, on a $(\alpha) = \frac{100\,\alpha}{lC}$ [C, concentration en poids dans 100 cm³ de solution].

La rotation produite par un corps actif dépend de plus, à épaisseur constante, de la couleur de la lumière incidente; elle varie avec la longueur d'onde. Si le faisceau incident contient plusieurs radiations, les plans de polarisation correspondants sont dispersés à la sortie du corps; cette *dispersion rotatoire naturelle* est le phénomène qui fera l'objet de cette conférence. En général la rotation augmente quand la longueur d'onde de la lumière diminue (dispersion normale); les plans de polarisation sont dispersés dans l'ordre qui va du rouge au violet. Cette règle souffre un assez grand nombre d'exceptions (dispersion anomale).

Le nombre d'ouvrages et d'exposés généraux concernant le pouvoir rotatoire est resté assez restreint jusqu'à ce jour. La découverte du pouvoir rotatoire naturel est due à Biot (1815) [1]. Le premier ouvrage général est celui de Landolt : 1re édition : 1879; 2e édition : 1898. Dans la 2e édition, la dispersion rotatoire occupe quelques pages sur un volume de 600 [2]. Walden a fait en 1904 devant la Société chimique allemande un exposé très complet où il fait une légère place à la dispersion rotatoire [3]. La Faraday Society a provoqué en 1914 une discussion générale sur le pouvoir rotatoire; les résultats ont été publiés par ses soins [4]. La *Stereochemistry* de Stewart (2e édition 1919) parle à peine de la dispersion rotatoire. Cette année même, un exposé limité aux cas de dispersion anomale vient de paraître en Allemagne; l'un des auteurs (Grossmann) est un spécialiste de la dispersion rotatoire [5].

Comme nous le verrons, l'utilité des mesures de dispersion rotatoire n'est pas douteuse; Biot lui-même les avait instamment recommandées [6]. Ce n'est toutefois que depuis une vingtaine d'années qu'elles ont pris une certaine extension, grâce surtout à l'usage d'appareils nouveaux.

II. — Mesure de la dispersion rotatoire

Il s'agit de mesurer la rotation pour une série de radiations. On peut y arriver de deux façons distinctes : 1° On produit des radiations monochromatiques (ou approximativement monochromatiques) et on mesure la rotation pour chacune d'elles. Un appareil spectroscopique est placé *devant* le polarimètre. Dans le plan focal de l'objectif, une fente permet d'isoler une radiation

1. Conférence faite au Laboratoire de M. Haller, à la Sorbonne, le 17 novembre 1922.

1. *Bulletin de la Société Philomatique* (1815).
2. Das optische Drehungsvermœgen (Braunschweig.)
3. Séance du 3 déc. 1904. *Ber.*, t. XXXVIII, (I), p. 345 (1905).
4. *Transactions Farad. Soc.* (Meeting de mars 1914).
5. Sammlung chemischer und chemisch-technischer Vorträge, n° 26, p. 259 (1922).
6. *Ann. Chim. Phys.*, (3), t. LIX, p. 206 (1860).

monochromatique; 2° On éclaire le polarimètre avec une source de lumière complexe et l'on étudie au spectroscope la lumière sortant de l'analyseur (méthode de Fizeau et Foucault).

§ 1. — Lumières monochromatiques. Sources

Il est nécessaire d'avoir un certain nombre de radiations convenablement espacées dans le spectre. La théorie montre que la précision des mesures exige des sources à grand éclat.

1. *Flammes.* — On peut utiliser celles du lithium ($\lambda = 0\ \mu\ 6708$), du sodium (0,5893) et du thallium (0,5351). Pour les produire, on utilise soit le procédé de Dufour [1], soit celui de Sève [2], soit celui de Lowry [3]. Le dernier (arc au charbon à mèche de verre) donne une radiation assez intense pour qu'on puisse séparer les raies D_1 et D_2.

2. *Arcs.* — Il faut citer au premier rang l'*arc au mercure*. C'est l'arc en quartz qui donne l'éclat le plus grand. Il serait à souhaiter que sa forme fût plus appropriée aux usages polarimétriques. Au lieu d'un arc linéaire, beaucoup trop long, une tache circulaire serait plus indiquée [4]. L'arc au mercure donne dans le spectre visible les radiations :

J	0,5790	généralement non dissociées par le spectroscope; l'ensemble constitue la raie jaune du mercure, très intense.
	0,5769	
V	0,5461	raie verte, très intense.
	0,4916	» bleue peu intense.
I	0,4358	» indigo très intense.
	0,4047	» violette, à la limite du spectre visible.

Les 3 raies principales sont J, V et I ; les mesures pour la raie bleue sont plus difficiles ; celles pour la raie violette sont peu précises à cause de la faible sensibilité de l'œil.

L'arc au mercure en quartz donne en outre une quantité de raies ultra-violettes [5]. La maison Berlemont fabrique actuellement un arc en quartz à allumage automatique et mise en marche rapide (remplissage au néon).

L'*arc au cadmium* a fait l'objet d'un grand nombre de recherches. Il donne les 3 radiations :

0,6438 rouge 0,5086 verte 0,4800 bleue.

La première fournit une source rouge très intense. La dernière est bien placée pour combler le vide laissé dans le spectre du mercure entre les deux raies verte et indigo.

Deux modèles différents d'arc au cadmium sont dus à Lowry. Ce sont : 1° un arc entre deux crayons d'alliage Cd-Ag [1] ; 2° un arc dans le vide entre électrodes de Cd refroidies par l'eau [2]. Cet arc n'est toutefois pas encore au point. Il en est de même de l'arc au cadmium-mercure de Wolfke [3].

3. *Sources à spectre continu.* — La fente de sortie du spectroscope donne dans ce cas une série de radiations dont l'ensemble s'étend sur un domaine spectral plus ou moins grand. Pour avoir des lumières aussi pures que possible, on est conduit à serrer la fente, ce qui réduit d'autant la quantité de lumière qui entre dans le polarimètre. Les conditions de fonctionnement d'un tel appareil ont été étudiées en détail par Bruhat [4]. Il y a avantage à employer une source à haut éclat : soleil ou au moins arc.

Dans ces dispositifs, un simple mouvement de rotation d'une pièce (prisme ou miroir) permet de faire défiler tout le spectre sur le diaphragme d'entrée du polarimètre. Les mesures de Tschugaeff et Rupe (v. plus loin) ont été faites avec un séparateur et une lampe Nernst. M. Bruhat a fait réaliser par la maison Jobin un séparateur de radiations (monochromateur) qui permet d'utiliser les raies du mercure.

L'usage d'un spectroscope, même réduit à ses éléments essentiels, avait semblé trop compliqué à beaucoup de chimistes. Landolt avait proposé d'isoler dans un spectre continu de larges bandes de même couleur par l'emploi de *filtres* interposés entre la source continue et le polarimètre. On pourra trouver la liste de ces filtres dans l'exposé de Grossmann. Les bandes ainsi isolées sont très larges (jusqu'à 100 $\mu\mu$); les rotations mesurées correspondent donc à une longueur d'onde moyenne (*centre de gravité optique*), qui n'est pas la même pour deux sources différentes. Elle se détermine en mesurant la rotation produite par une plaque de quartz d'épaisseur connue. Bruhat [5] a montré que le centre de gravité optique n'est d'aucune utilité si la substance ne possède pas la dispersion du quartz, ce qui réduit singulièrement la portée de la simplification de Landolt. Son procédé a été très employé (Walden, Winther); il peut servir à

1. *Le Radium*, t. V, p. 294 (1908).
2. *Bull. de l'Union des physiciens*, avril-mai 1919, p. 103.
3. *Phil. Trans.*, 1913 (A), p. 212.
4. Une telle tache se trouve dans le modèle en verre de Dufour (Berlemont). J'ai fait réaliser en 1912-13 des arcs en quartz observés *en bout* et qui donnaient toute satisfaction.
5. Voir la liste dans E. Darmois : Thèse, Paris, 1910, publiée par *Ann. Chim. et Phys.* (1911).

1. *Phil. Mag.* (1909), p. 320.
2. *Trans. Farad Soc.*, 1914, p. 61.
3. *Ann. der Physik*, t. XL, p. 194 (1913).
4. *Ann. de Physique* (1920), p. 25.
5. *Loc. cit.*, p. 39 et *Ann. de Phys.* (1915), p. 256. On y verra les difficultés d'emploi de larges bandes monochromatiques pour déceler des irrégularités de la courbe de dispersion.

dégrossir un travail, mais on ne connaît qu'imparfaitement la radiation pour laquelle la mesure a été faite.

Des filtres ont aussi été employés pour obtenir sans spectroscope les raies du mercure (éosine pour la raie jaune, eau céleste pour la raie indigo); leur usage présente moins d'inconvénients dans ce cas.

Présentement, l'arc au mercure combiné avec un séparateur de radiations permet de tracer une courbe de dispersion assez régulière. Si la dispersion se révèle intéressante dans un petit domaine spectral, il faut recourir à une source continue et à un séparateur aussi dispersif que possible.

§ 2. — Méthode de Fizeau et Foucault

Pour des rotations inférieures à 180° une raie noire apparaît dans le spectre de la lumière qui sort du polarimètre; elle correspond à la radiation pour laquelle l'analyseur donne l'extinction. La méthode n'a plus d'intérêt dans le spectre visible; elle est applicable dans l'ultraviolet. C'est par ce procédé un peu modifié que j'ai fait une série de mesures sur les pinènes, le camphre [1]. Il exige un appareil entièrement transparent à l'ultraviolet; le spectrographe qui termine l'appareil peut être très simplifié [2].

Polarimètres pour plusieurs couleurs. — L'appareil de Laurent ne peut plus servir sans modification, la lame demi-onde étant taillée pour la lumière du sodium. On produit la pénombre par 2 procédés: 1° en interposant sur une moitié du champ une faible épaisseur d'un corps actif (cuve de sirop, lame de quartz perpendiculaire); 2° par le procédé de Lippich (2° nicol à section principale légèrement inclinée sur celle du polariseur et cachant une moitié du champ).

L'usage des nicols devient gênant avec des sources à haut éclat; à l'extinction, le champ est barré en travers par une frange noire dite frange de Lippich, étudiée récemment par Bruhat et Mlle Hanot [3]. Il faut remplacer les nicols par des prismes de Glazebrook à champ normal.

Un polarimètre ainsi construit a été exposé cette année à la Société Française de Physique par MM. Jobin et Yvon. L'usage des prismes à champ normal et des sources à haut éclat permet des extinctions très précises (fraction de minute); les cercles gradués doivent être exacts en conséquence.

1. *Loc. cit.* Les mesures classiques de Soret et Sarasin sur le quartz ont été faites par le procédé de Fizeau et Foucault.
2. Lowry : *Phil. Trans.* (A), 1913, p. 212.
3. *Journal de Physique*, février 1922, p. 46.

III. — Expression de la dispersion rotatoire

Pour chaque couleur, la rotation est proportionnelle à l'épaisseur. Soient 2 couleurs, λ_1 et λ_2, le rapport des 2 rotations correspondantes est indépendant de l'épaisseur; c'est lui qu'on s'accorde généralement à considérer comme caractérisant la dispersion rotatoire. On évalue ainsi les *rapports de dispersion*, en prenant comme raie de référence, soit la raie D, soit la raie C de l'hydrogène, soit même des raies du mercure.

On a fait quelques tentatives pour utiliser $[\alpha]_F - [\alpha]_C$ (Rupe) ou $\frac{[\alpha]_F - [\alpha]_C}{[\alpha]_D}$ (Walden). En toute rigueur, il est préférable de tracer la *courbe de dispersion* du corps : $[\alpha]$ en fonction de λ.

DEUXIÈME PARTIE

Application de la dispersion rotatoire

La modification assez coûteuse du matériel (lampes, éventuellement séparateur, modifications au polarimètre) ne sera justifiée que si les mesures de dispersion rotatoire peuvent rendre des services que la mesure pour la raie D ne peut fournir. C'est précisément ce que va nous montrer une revue rapide des problèmes que l'étude de la dispersion rotatoire a permis d'aborder et souvent de résoudre.

I. — Définition de l'espèce chimique

Les corps actifs existent sous deux formes droite et gauche (antipodes optiques). Une forme inactive par compensation s'obtient en mélangeant les 2 antipodes en quantités égales. Dans certains cas seulement, le racémique se révèle comme un composé. D'autre part, certaines réactions fournissent des mélanges en proportions inégales des deux antipodes (racémisation partielle). La caractérisation d'un tel mélange par son $[\alpha]_D$ est impossible. Au contraire, supposons que le mélange renferme 1/4 de gauche pour 3/4 de droit; la rotation α_D sera la moitié de celle du corps droit, la rotation pour le bleu également. *Le rapport de dispersion est donc invariable; il est le même pour les deux antipodes et pour tous les mélanges plus ou moins racémisés* et il est *caractéristique de l'espèce chimique.* La mesure de ce rapport permettra de reconnaître une espèce déterminée et de la différencier des isomères dont toutes les autres propriétés pourraient être voisines. La mesure sera immédiate pour un liquide; pour un solide, il faudra employer un dissolvant inactif; nous verrons plus loin que, même dans le cas où certains dissolvants ont une action sur le pouvoir rotatoire, leur action sur la dispersion est plus faible.

On peut presque toujours trouver des dissolvants sans action (neutres).

Nous signalerons les applications suivantes de ces remarques :

1° J'ai montré (*loc. cit.*) que les essences de térébenthine renferment deux pinènes de dispersions nettement différentes : α-pinène $\frac{[\alpha]_{436}}{[\alpha]_D} = 2{,}02$, et β-pinène, rapport 1,125 ;

2° Le bornéol et l'isobornéol qui dérivent du même camphre ont respectivement 2,06 et 1,86 ;

3° L'hydrogénation des pinènes naturels extraits des essences de térébenthine donne des hydrures dont les $[\alpha]_D$ varient de + 22°,7 à —22°,7 ; le rapport de dispersion est constant et égal à 2,15[1] ;

4° Les différents camphres artificiels ont des $[\alpha]_D$ très variables ; le même rapport est constant et égal à 2,92 ;

5° Un dernier exemple intéressant est celui de l'isomenthone[2]. En 1881, Moriya obtient en oxydant le menthol par CrO^3 une menthone semblant inactive. En 1882, Atkinson et Yoshida une menthone dextrogyre (par SO^4H^2 et $Cr^2O^7K^2$). En 1887-88, Beckmann prépare successivement une menthone gauche $[\alpha_D] = -24{,}8$ à $-28{,}5$ et une menthone droite + 26,3 à 28,2 ; les deux corps ont même poids moléculaire, même réfraction moléculaire ; il admet que ce sont les deux antipodes optiques. L'indication persiste longtemps dans la littérature ; (Beilstein [1897] et Landolt [1905] décrivent longtemps les 3 menthones *d*, *l* et *r*). Beckmann lui-même (1897), puis Perkin (1910) ont réussi à montrer par des procédés purement chimiques que la menthone dextrogyre n'était pas une espèce définie. Tschugaeff (1911) mesure la dispersion des deux menthones *l* et *d* et trouve pour α_F/α_C respectivement 2,0 et 2,71, ce qui prouve à l'évidence qu'on n'a pas affaire à deux antipodes optiques[3]. La même observation, faite vingt ans auparavant, aurait simplifié beaucoup la question.

II. — Mélange de corps

§ 1. — Règle de Biot

Dans le cas de l'isomenthone, nous avons déjà vu apparaître un mélange de plusieurs isomères. Le pouvoir rotatoire d'un mélange de deux corps actifs est calculable par une formule due à Biot :

$$[\alpha] = x\,[\alpha]_1 + (1 - x)\,[\alpha]_2,$$

où x désigne le poids du corps n° 1 dans 1 gr. du mélange, $[\alpha]_1$ et $[\alpha]_2$ les pouvoirs rotatoires spécifiques des deux corps ; les trois $[\alpha]$ sont mesurés pour la même couleur. La formule est d'accord avec l'expérience dans un très grand nombre de cas ; j'ai indiqué dans l'ouvrage déjà cité des vérifications pour les essences ; Tschugaeff (*loc. cit.*) en a donné d'autres pour les mélanges de menthone et d'isomenthone.

La formule de Biot est susceptible d'une interprétation géométrique très simple, que j'ai indiquée en 1908[1]. On considère les trois courbes de dispersion des constituants et du mélange. Pour celui-ci, x est constant, les $[\alpha]$ varient avec la longueur d'onde. Appelons A, B, C les points où une même ordonnée (λ donné) coupe respectivement les trois courbes, on a :

$$\overline{CA} = (\alpha)_1 - (\alpha);\ CB = (\alpha) - (\alpha)_2 \text{ et } \frac{\overline{CA}}{\overline{CB}} = \frac{1-x}{x} \quad (1).$$

Le rapport $\frac{CA}{CB}$ ne dépend que de x ; il est donc constant pour toutes les ordonnées et *celles-ci sont divisées par les trois courbes dans le même*

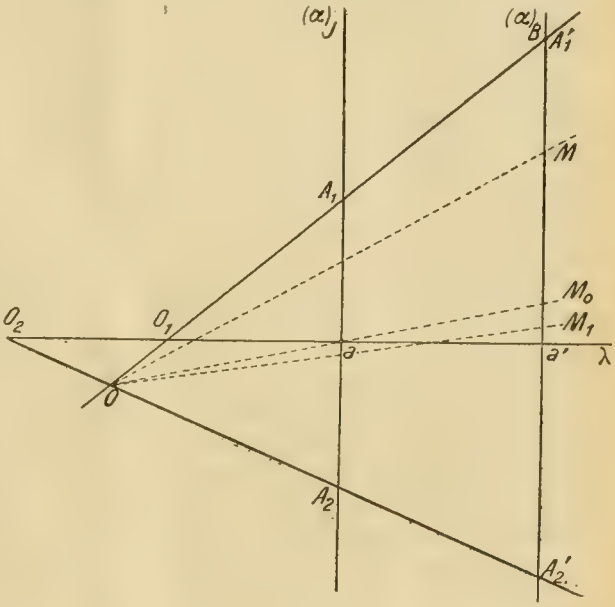


Fig. 1.

rapport. Il est facile de voir que ce résultat subsiste pour les courbes de trois quelconques des mélanges effectués avec les deux composants. A l'aide de cette remarque, on peut construire toutes les courbes de la série à partir de deux quelconques d'entre elles, correspondant à deux mélanges par exemple. De même si, au cours de séparations par distillation ou cristallisation fractionnées, un mélange se résout en fractions dont les courbes de dispersion présentent la relation ci-dessus, il y aura de fortes chances pour qu'il ne renferme que deux constituants.

1. Vavon : *C. R.*, t. CXLIX, p. 997 (1909) ; t. CL, p. 1127 (1910).
2. Voir pour plus de détails Grossmann et Brauer : *J. prakt. Chem.*, t. XCVIII (1918), p. 9.
3. *Zeits. phys. Chem.*, t. LXXVI, p. 469 (1911).

1. *C. R.*, t. CXLVII, p. 195.

On peut donner à cette relation géométrique une forme plus simple et qui n'exige que le tracé de deux ordonnées. Soient les deux ordonnées correspondant à deux radiations assez distantes dans le spectre (jaune et indigo du mercure par ex.). Si A et A′ sont les deux points correspondant à un mélange, la relation (1) exprime que *les droites AA′ sont concourantes*. Sous cette forme la règle est plus maniable, mais moins générale.

Soient $A_1A'_1$, $A_2A'_2$ (fig. 1) les droites correspondant aux constituants (supposés de signe inverse); le rapport de dispersion pour (1) est $\frac{A'_1a'}{A_1a}$, pour (2) c'est $\frac{A'_2a'}{Aa}$. Les deux substances n'ayant pas même dispersion, les deux points O_1 et O_2 ne coïncident pas. Les droites des divers mélanges passent par un point O extérieur à l'axe des λ. On voit de suite que le rapport de dispersion pour un mélange M prendra toutes les valeurs possibles. Pour M_0 par ex., il est infini; M_0 est inactif pour le jaune, dextrogyre pour le bleu. Le mélange M_1 est inactif pour une radiation verte, lévogyre pour le jaune, dextrogyre pour le bleu, etc. Toutes ces particularités sont observables sur une quantité de mélanges (pinènes α et β, bornéols α et β, menthone et isomenthone). La menthone de Moriya est un mélange du genre M_0, de même le bornéol réduit du camphre [1].

Les séparations effectuées donnent des droites comprises dans un certain angle et le point O. Si on connaît la dispersion des deux corps (1) et (2), c'est-à-dire les deux points O_1 et O_2, il est facile, en joignant OO_1 et OO_2, d'avoir les droites correspondant à (1) et (2), d'où les pouvoirs rotatoires A_1a, etc. On trouvera souvent dans les mélanges naturels que les composants (1) et (2) sont partiellement racémisés, c'est-à-dire que A_1a par ex. n'est pas le $[\alpha]_J$ de la variété dextrogyre pure, mais plus petit.

§ 2. — Applications

Un certain nombre d'applications de ces remarques ont déjà été indiquées :

A) J'ai prévu ainsi que les essences de térébenthine des Landes, d'Amérique et d'Allemagne devaient avoir un constituant commun : le β-pinène, dont la courbe de dispersion pouvait se construire à partir de celles des fractions des essences, et présente une forme très caractéristique. La droite $A_2A'_2$ du β-pinène est commune aux 3 faisceaux de toutes les essences, alors que les 3 droites $A_1A'_1$ du pinène-α sont très différentes.

1. Montgolfier : *Ann. Ch. et Ph.* (1878).

B) La règle permet également d'effectuer le dosage des constituants quand on connaît leur dispersion rotatoire; nous venons de voir que le graphique donne $[\alpha]^J_1$ et $[\alpha]^J_2$, d'où x par la formule de Biot. J'ai ainsi indiqué des dosages des α et β-pinènes dans les fractions de cœur des essences de térébenthine. M. Dupont a repris récemment ces dosages par la même méthode avec des colonnes à distiller meilleures et donné des nombres pour l'essence des Landes. La proportion de β-pinène dans cette essence est de 27 °/₀; les dosages chimiques indiquaient 3 °/₀ au maximum [1].

C) J'ai montré de même que le bornéol préparé à partir du bromhydrate de pinène par le dérivé magnésien est un mélange contenant 50 °/₀ d'isobornéol partiellement racémisé. MM. Vavon et Berton ont étudié de leur côté le bornéol préparé par le chlorhydrate de pinène et montré qu'il renferme 40 °/₀ d'isobornéol, contrairement aux conclusions de Hesse qui, par un dosage chimique, en trouvait au plus 5 °/₀. Tous ces résultats ont été vérifiés en oxydant le bornéol [2].

D) M. Dupont, en étudiant par la même méthode les acides pimariques extraits de la résine de Bordeaux, a montré qu'ils renferment deux isomères à dispersion différente qu'il a dosés par la méthode polarimétrique [3].

E) Tous les résultats précédents se rapportent à des mélanges d'isomères effectivement séparables. Je voudrais passer maintenant aux applications possibles de la règle de Biot aux mélanges d'*isomères dynamiques*. Nous choisirons comme exemple l'acide tartrique.

Le pouvoir rotatoire spécifique de cet acide en solution aqueuse est variable; il change d'une façon continue avec la concentration. En solution étendue, [α] est grand et la dispersion normale; en solution concentrée, [α] est plus faible et la dispersion anormale. L'acide gauche offre en sens inverse les mêmes phénomènes. La dispersion de l'acide droit a été étudiée par Arndsen [4] et Wendell [5] pour 6 radiations du spectre solaire. Pour une couleur donnée, [α] *est une fonction linéaire de la concentration en poids*. Si on dessine les courbes de dispersion des solutions, elles forment un faisceau qui rappelle celui des mélanges ci-dessus. Arndsen lui-même avait déjà proposé d'admettre que les solutions renfermaient des proportions variables de deux

1. *Chimie et Industrie* (septembre 1922).
2. *C. R.*, t. CLXXV (1922), p. 369.
3. *C. R.*, t. CLXXII, pp. 923 et 1184 (1921). *Bulletin des Recherches et Inventions* (1921), p. 552.
4. *Ann. Ch. et Ph.* (3), t. XXII, p. 247.
5. *Wied. Ann.*, t. LXVI, p. 1.152 (1898).

substances + et — à dispersion différente. Bruhat a montré que cette hypothèse pouvait recevoir une vérification quantitative, les courbes de dispersion ayant entre elles la relation de division en rapport constant, précisément à cause du caractère linéaire des formules d'Arndsen [1]. Il a fait voir de plus que l'acide tartrique fondu, étudié à différentes températures, donne des courbes de dispersion superposables à celles des solutions, c'est-à-dire contient les deux mêmes constituants en proportions variables suivant la température.

M. de Mallemann[2] a étendu le faisceau des courbes de l'acide tartrique en étudiant : d'une part les solutions alcooliques et alcoolo-benzéniques, d'autre part les solutions aqueuses en présence des sels neutres (chlorures, nitrates, etc.). L'addition de $CaCl^2$ par exemple permet d'obtenir des rotations gauches considérables, les courbes de dispersion conservant la même relation ou les droites du diagramme linéaire étant exactement concourantes. Dans un mémoire qui paraîtra prochainement au *Journal de Physique*, il étudie, à l'aide de la loi d'action de masses, la relation possible entre les deux isomères qu'on est ainsi conduit à supposer en solution.

L'acide tartrique n'est pas le seul exemple de corps à [α] variable avec la concentration et la température. Ses éthers, par exemple, ont été étudiés dans un grand nombre de travaux, parmi lesquels ceux de Winther[3] sont particulièrement à signaler. Lowry et Abram ont déterminé plus récemment d'une façon très précise la dispersion rotatoire du tartrate neutre de méthyle dans divers solvants et à diverses températures[4]. Les courbes de dispersion, portées sur un même graphique, forment un faisceau qui rappelle celui de l'acide tartrique ; j'ai vérifié que quelques-unes de ces courbes appartiennent au même faisceau linéaire.

Exemple : Ether dans l'eau (25 %), dextrogyre normal. — Ether pur à 20° (anormal). — Solution dans $C^2H^4Cl^2$ (lévogyre normal).

$\frac{CA}{CB}$ pour les 3 raies du mercure 1,11 1,12 1,13.

Mais la relation ne s'applique pas à tous les dissolvants, ce qui n'a rien d'étonnant étant donnée la diversité de leurs fonctions chimiques. Il est très probable que, en outre des deux isomères possibles, il se produit des réactions entre le dissolvant et les corps dissous [1].

Les mêmes remarques s'appliquent à l'étude très complète du malate neutre de méthyle faite par Grossmann et Landau[2] et aux mesures de Winther sur le tartrate d'éthyle[3]. En tout cas une revision générale des mesures très nombreuses relatives à tous ces corps s'impose, à la lumière des idées précédentes. Il est très possible que l'hypothèse de deux formes isodynamiques rende compte au moins en première approximation des variations très considérables du pouvoir rotatoire, au sujet desquelles on polémique depuis si longtemps.

Les fortes variations de [α] pour les éthers tartriques et maliques pouvaient tenir au caractère diacide des deux acides. Dans une série de recherches extrêmement étendues, Pickard et Kenyon ont retrouvé ces variations pour des éthers d'acides monoacides et d'alcools actifs à un seul atome de carbone asymétrique[4]. Les variations de [α] avec la longueur d'onde et la concentration pour les différents liquides et solutions employés ont été représentées à l'aide d'un diagramme dit *caractéristique* et dû à Armstrong et Walker[5] sur lequel je voudrais donner quelques détails.

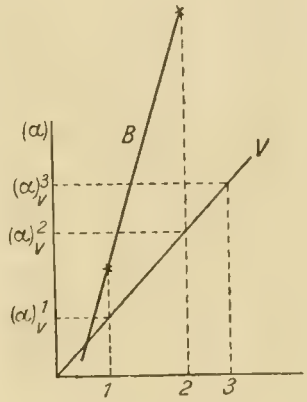


Fig. 2.

Si on reprend l'acide tartrique étudié plus haut, les différentes solutions aqueuses donnent par exemple pour le vert du mercure différents [α]. Armstrong et Walker prennent des axes rectangulaires et portent en ordonnées les [α]. Ils

1. *Thèse*, Paris, 1914, publiée aux *Ann. de Ph.*, 1915.
2. C. *R.*, t. CLXXII, p. 150 (1921).
3. Bibliographie dans exposé de Walden jusqu'à 1905 (v. aussi plus loin).
4. *Chem. Soc.*, 1915 (II), p. 1187.

1. L'acide tartrique serait ainsi différent de ses éthers ; on sait que Bruhat n'a trouvé aucune polymérisation de l'acide par cryoscopie. Walden, par contre, en trouve pour les éthers.
2. *Zeits. phys. Chem.*, t. LXXV, p. 129 (1911).
3. Lowry a montré récemment que ce corps est impur (*Chem. Soc.*, t. CXXI, p. 532 (1922).
4. *Chem. Soc.*, t. XCIX (1911), p. 45 ; CI (1912), pp. 620 et 1427 ; CIII (1913), pp. 1923 ; CV (1914), pp. 830 et 1115 ; CVII (1915), pp. 35 et 115.
5. *Proc. Roy. Soc.*, 1913 (A), t. LXXXVIII, p. 388.

tracent alors arbitrairement une droite, par exemple inclinée à 45°, et reportent comme ci-dessus (fig. 2) ces ordonnées sur la droite. Les abscisses correspondantes représentent à une échelle arbitraire la composition (?) des solutions (1), (2) et (3). Sur les mêmes ordonnées, on porte les rotations pour le bleu pour les 3 solutions. En général les 3 points sont en ligne droite. L'ensemble des droites ainsi tracées pour toutes les couleurs étudiées est le *diagramme caractéristique* d'A. et W. La droite pour le vert est la *droite de référence*. Ces droites sont souvent concourantes.

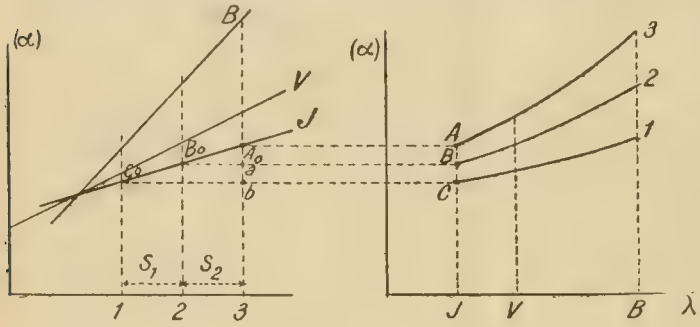


Fig. 3.

Le procédé apparaît comme compliqué ; Lowry et Patterson ont déjà élevé quelques objections contre ce mode de représentation[1]. Il est facile de montrer que, s'il s'agit de mélanges renfermant les 2 isomères d'un même corps, le diagramme découle de la règle de Biot, c.-à.-d. est équivalent à celui, beaucoup plus naturel, que j'ai indiqué 5 ans plus tôt. La figure 3 représente, à côté l'un de l'autre, les deux diagrammes pour 3 mélanges 1, 2 et 3 et pour 3 couleurs J, V et B. On voit de suite que $\frac{AB}{BC} = \frac{A_0 a}{ab} = \frac{S_1}{S_2} = C^{te}$.

Le diagramme $[\alpha] = f(\lambda)$ a de plus deux avantages ; la dispersion y est de suite visible (pente des droites) ; la composition est également donnée par $\frac{CA}{CB}$; il apparaît donc préférable à celui d'A. et W.

J'ai extrait des tableaux de Pickard et Kenyon[2] les données suivantes relatives à l'acétate de β-octyle $C^6H^{13} — CH(CH^3) — OCOCH^3$.

Les solutions dans CS^2 à 20° montrent un $[\alpha]$ très variable :

C	$(\alpha)_D$	$(\alpha)_{546}$	$(\alpha)_{436}$	Rapports $\frac{CA}{CB}$		
4,56	— 9,11	— 10,46	— 22,18			
32,07	— 1,07	— 1,52	— 4,77	0,99	0,92	1,01
pur	+ 7,05	+ 8,22	+ 12,47			

1. *Farad. Soc.*, 1914.
2. *Chem. Soc.*, t. CV, p. 830.

De même les solutions à 5 % dans divers solvants donnent des $[\alpha]$ très différents :

Solvant	$(\alpha)_D$	$(\alpha)_{546}$	$(\alpha)_{436}$	Rapports		
$C^2H^4Br^2$	9,79	11,11	17,42	1,31	1,19	1,14
C^6H^6	— 0,84	— 1,12	— 3,63			
CS^2	— 8,96	— 11,45	— 22,13			

On voit que la constance n'est pas réalisée dans tous les cas et que l'hypothèse des deux composants doit recevoir quelques additions comme dans le cas des éthers précédents.

Pickard et Kenyon ont étendu l'usage du diagramme d'A. et W. à d'autres cas que les modifications tautomériques. Par ex. ils portent *sur un même diagramme* un alcool, ses différentes solutions, tous ses éthers et leurs solutions[1] ; plus tard même, ils alignent sur le même diagramme deux alcools stéréoisomères (bornéols), leurs solutions, leurs éthers à différentes températures, etc., ou encore une série de corps tels que : menthylamine, son chlorhydrate, menthol et ses solutions, éthers-sels du menthol, etc.

Ayant ainsi logé sur le même diagramme un ensemble de faits expérimentaux, ils tirent de ce fait des conclusions théoriques, admettant qu'il existe dans tous les corps ainsi « coordonnés » un seul centre d'isomérie dynamique, soit en somme deux corps seulement avec leurs dérivés. Par ex. les deux mêmes substances génératrices rendraient compte par leurs mélanges de toutes les propriétés des deux bornéols dans tous leurs solvants. J'ai vérifié dans ce dernier cas :

1° que les points ne s'alignent pas sur des droites. Ayant pris la radiation verte du mercure comme référence, on constate que l'isobornéol ne se place pas du tout sur la droite bleue qui réunit les éthers phtaliques (corps les plus actifs du tableau) ; les différences sont systématiques et d'ailleurs évidentes si on prend la peine de calculer la dispersion des corps ainsi alignés ;

2° que le résultat est explicable par le calcul. Je donne le détail de ce calcul en note (p. 677). On voit que, dans l'hypothèse où on aligne par ex. deux alcools isomères avec deux de leurs éthers, il y a deux conditions pour que la droite bleue des éthers coïncide avec celle des alcools. La première est vérifiée si on admet que l'alcool et l'éther ont même dispersion ; la 2e ne l'est pas.

En résumé, le diagramme caractéristique d'Armstrong et Walker coïncide avec celui que

1. *Chem. Soc.*, t. CV.

j'ai indiqué longtemps auparavant dans les cas où celui-ci est utile. Celui-là est d'une construction moins naturelle. En tout cas, l'idée de Pickard et Kenyon de condenser sur un même diagramme des résultats expérimentaux du genre de ceux rappelés ci-dessus est sans base théorique ; il semble de plus que le graphique traduit, dans certains cas au moins, assez inexactement les résultats expérimentaux.

F) Comme dernière application immédiate de la dispersion rotatoire, je signalerai mes recherches sur l'existence de l'acide tartrique racémique en solution[1]. L'acide droit à la concentration 24 a une dispersion anomale (max. vers 0 μ 486 ; $\alpha_{436}/\alpha_D = 1{,}12$). A la concentration 8, il a une dispersion normale ($\alpha_l/\alpha_D = 1{,}40$). Mélangeons 2 gr. d'acide g. et 4 gr. d'acide d. ; étendons à 25 cm³ avec de l'eau. Si le racémique existe en solution, celle-ci contient 4 gr. de racémique et 2 d'acide droit, d'où la concentration 8 en corps droit ; la dispersion doit être normale et égale à 1,40. On trouve une dispersion anomale et le rapport 1,12. D'où la conclusion : le racémique n'existe pas en solution ; celle-ci se comporte comme un mélange d'acide droit et d'acide gauche. Même résultat quand on mélange directement l'acide racémique et l'acide droit.

Remarque. — Dans certains cas (corps à faible α_D, mais grande dispersion), il pourra y avoir avantage à faire les mesures de α pour une raie bleue. C'est ainsi que Lowry a suivi les fractionnements du tartrate d'éthyle par distillation.

(*A suivre.*)

E. Darmois,
Professeur à la Faculté des Sciences de Nancy.

1. *Trans. Farad. Soc.* (Meeting de 1914, p. 38).

1. Soit $\alpha = X + a$ la droite de référence. Les 2 substances mères (1) et (2) (alcools par ex.) de pouvoirs rotatoires α_1 et α_2 (indices pour les couleurs) donnent 2 dérivés (éthers) avec α_{E_1} et α_{E_2} (indices *id.*). L'hypothèse est qu'on aligne sur une droite les α_D des 4 corps et de leurs mélanges. Soient x et y les abscisses respectives d'un alcool et d'un éther, ξ et η les proportions des 2 composants dans l'alcool et l'éther. On a par hypothèse $a + x = \xi\alpha_1' + (1 - \xi)\alpha'_2$, d'où : $\xi = \frac{a + x - \alpha'_2}{\alpha'_1 - \alpha'_2}$ (id. pour η). On prend alors la couleur bleue (″). Le même alcool d'abscisse x a le pouvoir rotatoire $\alpha'' = \xi\alpha''_1 + (1 - \xi)\alpha''_2 = \frac{\alpha''_1(a + x - \alpha'_2) + \alpha''_2(\alpha'_1 - a - x)}{\alpha'_1 - \alpha'_2}$, linéaire en x. Les points des alcools pour la couleur (″) sont en ligne droite (résultat connu), une droite analogue contient les éthers. Pour qu'elles coincident il faut que

$$(1) \qquad \frac{\alpha''_1 - \alpha''_2}{\alpha'_1 - \alpha'_2} = \frac{\alpha''_{E_1} - \alpha''_{E_2}}{\alpha'_{E_1} - \alpha'_{E_2}}$$

$$(2) \qquad \frac{\alpha''_1\alpha'_2 - \alpha'_1\alpha''_2}{\alpha'_1 - \alpha'_2} = \frac{\alpha''_{E_1}\alpha'_{E_2} - \alpha'_{E_1}\alpha''_{E_2}}{\alpha'_{E_1} - \alpha'_{E_2}}$$

La condition (1) est seule vérifiée.

L'ÉMISSION LUMINEUSE DU VER LUISANT

Malgré l'exceptionnel intérêt scientifique qu'il présente et quoiqu'il ait sollicité l'attention de très nombreux savants, le phénomène de la production de la lumière par les organismes vivants est demeuré peu étudié jusqu'à ce jour, au point de vue physique, et, à part les recherches de quelques expérimentateurs qui s'en occupèrent occasionnellement, comme Langley, par exemple, on n'a guère essayé de déterminer les caractéristiques spectrales et photométriques de leur lumière.

Sans doute est-ce parce que, d'emblée, la quantité de lumière qu'ils fournissent apparaît tellement faible qu'il est bien inutile de la soumettre à des mesures précises pour pouvoir affirmer que, quantitativement, et si étonnantes qu'elles soient sous le rapport physiologique et physique, ces sources lumineuses sont d'une puissance insignifiante comparativement à celles des appareils que nous sommes accoutumés de manier.

Un physicien américain, M. H. E. Ives, a cependant voulu appliquer les procédés modernes de la photométrie et de la spectrographie à l'examen systématique des organismes vivants lumineux ; après avoir fait connaître, à mesure de leur avancement, les progrès successifs de ses recherches, il vient d'en coordonner les résultats et d'en donner un compte rendu général[1] que nous croyons utile de résumer pour nos lecteurs.

***

M. Ives a opéré sur l'un des organismes lumineux les plus connus, la luciole, dont il existe comme on sait diverses espèces, certaines particulièrement bien dotées comme producteurs de rayons lumineux ; l'appareil générateur de la luciole ne fonctionnant pas d'une façon permanente, tandis que sa larve, le ver luisant, brille

(1) H. E. IVES : The Fire-fly as an illuminant. *Journal of the Franklin Institute*, août 1922, p. 213-231.

pour ainsi dire constamment, c'est la larve que l'opérateur a utilisée.

Il employa une larve de la variété de luciole propre à la Pensylvanie, larve qui est, à vrai dire, beaucoup plus petite que la luciole de la Jamaïque et surtout que celle des Indes occidentales, « mais dont l'éclat intrinsèque (par unité de surface) n'est par inférieur, d'après lui, à celui des variétés les plus réputées ».

Le premier moyen appliqué par l'expérimentateur pour mesurer l'émission lumineuse de l'insecte est illustré par la figure 1 : A y représente le ver luisant, que l'opérateur tient entre le pouce

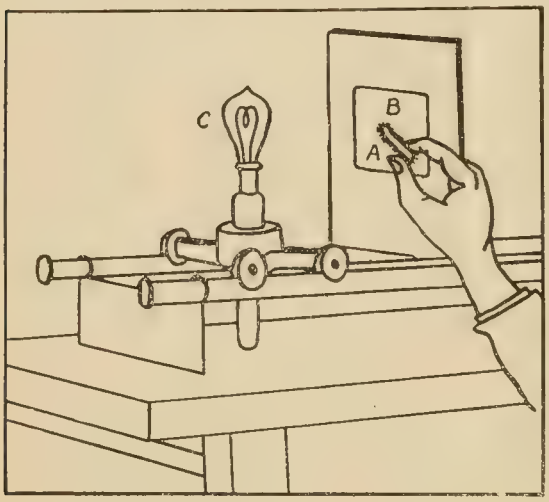


Fig. 1. — *Photométrie du ver luisant.*

et l'index, le présentant de telle sorte que la partie lumineuse (c'est l'abdomen) arrive à l'extrême bord du profil; B est une surface blanche à réflexion diffuse, éclairée par la lampe étalon C.

Le ver luisant est, cela va de soi, protégé contre la lumière directe de la lampe par des écrans, non représentés sur la figure; la lampe et la surface de comparaison peuvent être déplacées l'une par rapport à l'autre, de façon à augmenter ou à diminuer la distance qui les sépare; on modifie leur écartement jusqu'à ce que le ver luisant et la surface blanche éclairée apparaissent avec le même éclat.

En procédant de la sorte, et en tenant compte des distances respectives de la source à la surface réfléchissante et à la larve, M. Ives a trouvé que, « pour faire équilibre au rayonnement de l'abdomen lumineux du ver luisant, la surface de comparaison doit recevoir un éclairement de 0,0190 lumen par centimètre carré; comme le rendement de réflexion du papier était de 76 %, cela correspond à un rayonnement réfléchi de 0,0144 lumen par centimètre carré.

L'abdomen lumineux de l'insecte consistant, au point de vue géométrique, en une série de plans convexes à très faible courbure se recouvrant mutuellement, la surface peut être tenue pour pratiquement plane et l'on peut dès lors admettre que l'émission spécifique de la luciole, ou plutôt du ver luisant, est de 0,014 lumen par centimètre carré ou 144 lumens par mètre carré.

Ce chiffre, qui est à retenir, se compare bien avec celui qu'avait donné, il y a quelques années, M. Pickering, en comparant l'éclairement donné par des lucioles de la Jamaïque avec celui fourni par les étoiles; M. Pickering donnait comme éclat intrinsèque des lucioles 0,004; son évaluation se rapprochait donc de la réalité, telle qu'elle a été fixée par M. Ives.

*
* *

Armé de cette première observation, l'expérimentateur américain s'est posé la question de savoir si la lumière produite par le ver luisant est suffisante pour éclairer les objets voisins — dans l'hypothèse où l'on constituerait une source de puissance suffisante, — c'est-à-dire susceptible de les éclairer assez pour les rendre visibles, ou si elle est destinée à se ranger parmi d'autres sources lumineuses naturelles (les bactéries qui rendent la mer phosphorescente par exemple), dont l'éclat est tout juste suffisant pour les déceler elles-mêmes à l'œil.

D'une façon générale, on admet que, pour être suffisant pratiquement, l'éclairement obtenu au moyen d'une source de lumière artificielle doit atteindre un minimum qui varie, selon les applications que l'on a en vue, entre 10 lumens, pour des salles d'audition, et 100 lumens par m², pour des salles de dessin; la moyenne habituelle est de 30 lumens environ.

Cela étant, le problème examiné par M. Ives est le suivant: supposons une chambre de 3 mètres de hauteur, une table de 1 mètre de hauteur; quelle est la dimension qu'il faudra donner à un disque lumineux ayant un éclat intrinsèque uniforme de 144 lumens par mètre carré, cas du ver luisant, pour réaliser sur la surface de la table, le disque étant placé au plafond, un éclairage suffisant ?

Un calcul simple [1] montre que ce disque devra

1. Soient S l'émission lumineuse spécifique du disque en lumens par mètre carré, E l'éclairement, d la distance entre la surface éclairante et la surface éclairée en mètres, r le rayon du disque, dans l'axe de celui-ci, on a :

$$E = S\left(\frac{1}{1+\frac{d^2}{r^2}}\right);$$

pour $d = 2$ m, et $r = 1$ m, nous avons :

$$E = S\left(\frac{1}{1+4}\right) = \frac{1}{5}S = \frac{144}{5} = 29 \text{ environ.}$$

avoir 2 m. de diamètre (fig. 2), ce qui n'est pas irréalisable, et fait voir que le ver luisant pourrait parfaitement convenir comme source de lumière... à condition d'avoir un développement

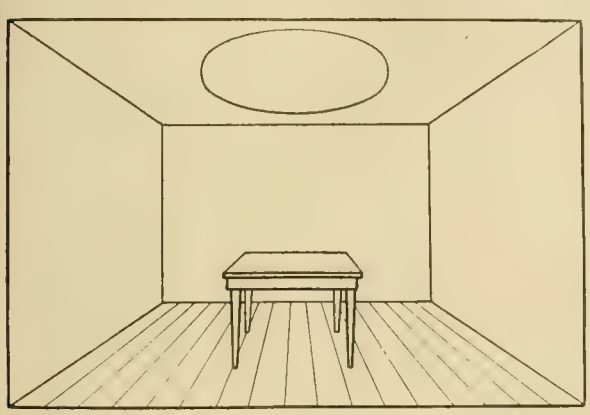


Fig. 2. — *Eclairage d'un local au moyen d'un disque à faible éclat intrinsèque.*

superficiel correspondant à celui du dit disque, ou, encore, à condition que l'on dispose d'un nombre assez grand de bestioles pour réaliser cette surface.

La conclusion directe est que, « si l'émission lumineuse spécifique du ver luisant n'est pas telle que l'on puisse la recommander pour la constitution de projecteurs de locomotives ou pour la réalisation d'éclairements locaux de grande intensité, elle est néanmoins d'une valeur suffisante pour répondre aux méthodes d'éclairage actuellement en vogue, comme l'éclairage indirect, ou de plafond ».

*
* *

M. Ives s'est demandé ensuite à quel chiffre peut être estimé le rendement lumineux de l'insecte; il a procédé pour cela par assimilation, en partant des valeurs constatées pour l'homme, à savoir « qu'un homme de 75 kg. peut être considéré comme capable de fournir un travail continu correspondant à 75 watts, soit 1 watt par kg. de poids », et en supposant que la puissance reste proportionnelle au poids.

Le ver luisant pesant environ 0,25 gramme, la puissance qu'on peut en attendre est de 0,00025 watt; comme le 1/10 environ des tissus de l'insecte sert à la production de la lumière, la puissance disponible pour celle-ci est de 0,000025 watt, et comme la surface d'émission est de 10 mm² environ, on arrive finalement à une puissance par unité de surface de 0,00025 watt.

Rapprochant ce chiffre de celui de l'émission, on trouve que le rendement lumineux total de la production de la lumière chez le ver luisant est de 0,0144 : 0,00025 = 576 lumens par watt; l'évaluation est, cela va de soi, un peu arbitraire ; cependant, « si l'on note qu'une émission de 640 lumens par watt correspond à un rendement lumineux de 100 %, on arrive à cette conclusion que le rendement lumineux total de la production de la lumière chez le ver luisant peut être évalué à 90 % ».

Pour vérifier expérimentalement ce qui en est exactement, il faudrait pouvoir mesurer, de la même façon qu'on l'a fait pour l'émission lumineuse, l'énergie totale rayonnée par l'insecte, mais « cette énergie est absolument trop faible pour pouvoir être fixée à l'aide des instruments existants (du thermo-élément ou du bolomètre); par contre, l'expérimentateur a pu déterminer avec exactitude le rendement lumineux du rayonnement.

Par la photographie (en opérant au moyen de plaques panchromatiques, répondant aux longueurs d'onde de 0,2 μ à 0,7 μ) et par la méthode dite de l'extinction de la phosphorescence (ondes de 0,5 μ à 1,5 μ), il a trouvé que « le ver luisant fournit une action intense dans une étroite bande de radiations comprises entre

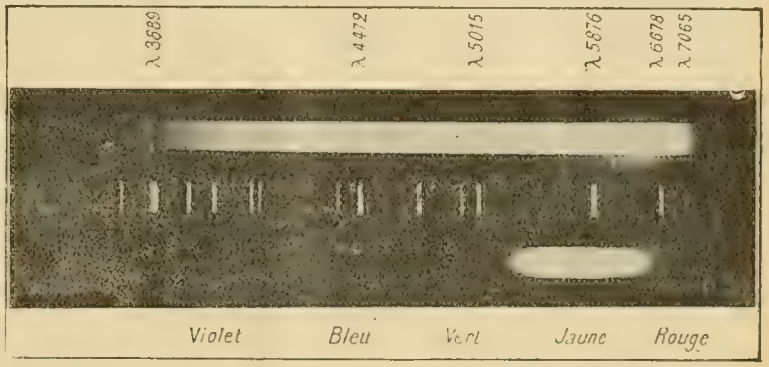


Fig. 3. — *Spectres comparatifs de la luciole, de la lampe à hélium et de la lampe à filament de carbone.*

0,5 μ et 0,6 μ et nulle part ailleurs » dans le spectre.

*
* *

Pour compléter ces observations et, spécialement, pour préciser le caractère du rayonnement, l'expérimentateur a combiné l'emploi de la photographie avec l'usage du spectrographe, en utilisant un instrument à très forte dispersion et en prenant des photographies, d'une part, du spectre de la luciole et, d'autre part, de sources lumineuses de comparaison.

« Des lucioles ont été maintenues pendant

plusieurs heures, un insecte après l'autre, jusqu'à épuisement de leur puissance de rayonnement, contre la fente du spectrographe ; puis, pour la même plaque sensible, ont été photographiés un spectre contenant une large série de

Fig. 4. — *Courbes de la distribution spectrale de l'énergie de la luciole et de la lampe à filament de carbone.*

longueurs d'ondes bien connues, ainsi qu'une série de spectres d'intensités connues, d'une source lumineuse ayant une distribution d'énergie connue.

« A cette dernière fin, l'opérateur a utilisé une lampe à incandescence, à filament de charbon, dont la distribution d'énergie, d'un bout à l'autre du spectre, avait été déterminée au cours d'une autre expérience ; la figure 3 donne un spécimen d'enregistrement obtenu dans ces conditions.

« On y voit, à la partie inférieure, une étroite bande lumineuse, restreinte dans le voisinage des longueurs d'onde de 0,56 à 0,57 μ ; c'est le spectre de la luciole; au milieu se trouve le spectre d'un tube à hélium; à la partie supérieure, celui de la lampe à filament de charbon » ; en mesurant et comparant la densité des spectres en présence, on a enfin déterminé la distribution spectrale de l'énergie de la lumière de l'insecte (fig. 4).

En fin de compte, l'expérimentateur américain a pu établir que la lumière de la luciole est une lumière monochromatique, un jaune parfaitement pur, et telle que « 95 % au moins de l'énergie totale dépensée correspond à la longueur d'onde pour laquelle l'œil humain présente le maximum d'acuité » ; à ce point de vue, « la luciole est supérieure à toutes les sources de lumière artificielle connues ».

Ainsi se confirme que, comme on en avait d'ailleurs déjà la quasi-conviction, l'insecte en question est un producteur de lumière étonnant par l'efficacité des moyens qu'il met en œuvre, dépassant considérablement ce que nous sommes parvenus à faire dans nos appareils les plus remarquables et attestant « qu'il reste possible d'arriver à une méthode de production de la lumière donnant des résultats infiniment meilleurs que ceux auxquels nous arrivons aujourd'hui ».

Henri Marchand.

LE CHANGE, PHÉNOMÈNE NATUREL[1]

DEUXIÈME PARTIE

LA PLACE DU CHANGE PARMI LES PHÉNOMÈNES NATURELS

La pérennité de notre système économique pose, à elle seule, un vaste problème. Comment un ensemble de nations, inégalement dotées en ressources minérales, aux territoires inégalement fertiles, et peuplées d'individus de tempéraments très divers, a-t-il pu subsister dans un état d'équilibre relatif, ou retrouver cet équilibre après les perturbations que lui ont fait subir les guerres et les révolutions ?

Il semble, cependant, que les influences individuelles s'exerçant au hasard, sans autre caractère commun que la recherche du profit maximum, eussent dû, en régime de libre circulation métallique, amener tout l'or du monde dans les pays riches où les produits se trouvaient à bon compte, et conduire à la ruine les nations moins heureusement pourvues.

Il n'en a pas été ainsi. L'équilibre du monde a été maintenu, de telle façon que la vie a été possible dans tous les groupements nationaux. C'est à la recherche du mécanisme stabilisateur, assurant l'équilibre économique de nations inégalement dotées, qu'est consacrée la deuxième partie de ce travail.

M. Colson, dans le tome I de son cours d'Economie politique, fait, en un paragraphe intitulé « La Direction du Mouvement économique par le Mécanisme des Prix » (p. 432 et suivantes), un

1. Voir la première partie de cet article dans la *Revue gén. des Sc.* du 30 novembre, p. 645 et suiv.

lumineux exposé de la façon dont les prix, à l'intérieur d'un même pays, « guident l'action libre de chaque individu cherchant à utiliser ses ressources et ses facultés dans un emploi spécial, au mieux de ses intérêts propres ».

Il montre, d'une manière très complète, comment « les prix guident cette action, précisément comme il convient, pour qu'elle contribue à faire arriver, à chaque consommateur, les objets infiniment divers dont il a besoin, à mettre à sa disposition les services qu'il désire à peu près dans la proportion où il a les moyens et la volonté de les acquérir ».

Ce mécanisme des prix, conservateur de l'équilibre, c'est la hausse d'un produit plus demandé qu'offert, c'est-à-dire la réalisation du phénomène qui, s'il se produisait seul, ferait diminuer la demande de ce produit, ou en ferait augmenter l'offre, sur le marché.

Il suffit d'avoir étudié quelques phénomènes physiques ou chimiques pour reconnaître, dans le jeu du mécanisme des prix, un cas particulier d'application de la loi du déplacement de l'équilibre, loi qui prend, lorsqu'elle est relative à des variations de température, le nom de loi de Van't Hoff, qui devient, pour des variations de pression, la loi de Le Châtelier, qui s'appelle en électricité loi de Lenz et s'énonce, sous sa forme la plus générale, de la manière suivante :

« Lorsqu'on produit une variation de l'un des « facteurs de l'équilibre d'un système, il se pro- « duit une modification de ce système, qui, si « elle s'accomplissait seule, à partir de l'état pri- « mitif, entraînerait une variation inverse du « facteur considéré. »

Un exemple éclairera cet énoncé. Le système considéré sera le marché des rentes françaises à la Bourse de Paris, marché supposé isolé de tous les autres marchés financiers. Le système est en équilibre si les offres de vente sont aussi nombreuses que les demandes d'achat. Le cours ne varie pas.

Supposons que les demandes viennent à augmenter. C'est là la variation considérée de l'un des facteurs de l'équilibre du système. Il se produit alors une « modification de ce système », la hausse du cours, qui « si elle se produisait seule entraînerait une variation inverse du facteur considéré », c'est-à-dire la diminution des demandes.

La vie économique, dans son ensemble, et pour un groupe important d'individus, paraît bien ainsi régie par la loi la plus générale de la nature.

Or, il se trouve que les phénomènes de change ne sont que l'un des aspects, mais l'un des plus caractéristiques, de ce mécanisme des prix.

Les variations de change sont, en effet, comme toutes les courbes de disparité nous l'ont montré, et ainsi que l'exprime le principe 2, des manifestations du phénomène par lequel est maintenu l'équilibre de la balance des comptes de chaque pays. Elles assurent, en quelque sorte le mécanisme des prix internationaux, puisqu'elles déterminent, pour une nation, le prix, en monnaie nationale, de toutes les marchandises que ses importateurs pourront acheter à l'étranger. Elles réalisent des variations d'ensemble des prix de *toutes* les marchandises d'un pays, pour *tous* les acheteurs d'un autre ; et ceci explique que les lois du change n'aient pu être mises en évidence que par la considération du pouvoir d'achat de la monnaie d'un pays à l'étranger.

Un exemple fera peut-être mieux comprendre encore le rôle des phénomènes de change dans la vie internationale.

Considérons trois pays (1), (2) et (3), soumis, les uns et les autres, au régime du cours forcé.

Le pays (1) possède du minerai en quantité limitée seulement par la rapidité de l'extraction. Il tire de son sol du blé en quantité qui suffit à sa propre alimentation.

Le pays (2), au contraire, ne dispose d'aucune ressource souterraine. Il cultive le blé, mais dans des conditions moins bonnes que le pays (1).

Le pays (3), voisin du pays (2), y achète son blé, mais ne possède pas de minerai.

Le pays (2) ne peut subsister qu'en achetant du minerai dans le pays (1), opération qui ne sera possible que si le pays (2) réussit à se procurer des moyens de paiement dans (1). A cette fin, il va demander de la monnaie du pays (1), dont le cours dans le pays (2) s'élèvera. Cette ascension, qui détermine une augmentation du pouvoir d'achat de la monnaie du pays (1) dans le pays (2), se prolongera jusqu'à ce que le pays (2) dispose, dans le pays (1), de tous les moyens de paiement qui lui sont nécessaires.

Or, ceux-ci ne lui seront fournis que lorsque le pays (1) achètera son blé dans (2), c'est-à-dire lorsque le prix du blé de (2), calculé en monnaie de (1), sera inférieur au prix du blé de (1), calculé dans la même monnaie. Ce résultat devra avoir lieu quel que soit le prix du blé du pays (2), maintenu élevé par les besoins de (3).

La variation du change de (2) dans (1) aura ainsi déterminé, automatiquement, pour tous les acheteurs de (1), *et pour ceux-là seulement*, la variation du prix du blé du pays (2) nécessaire et suffisante pour que les habitants de ce pays puissent subsister.

Il suffit de poser le problème pour se rendre compte que tous les conseils ou encouragements que l'on aurait pu prodiguer aux cultivateurs ou aux exportateurs de (2) n'auraient pas donné un résultat aussi parfait.

En régime de libre circulation métallique, le phénomène serait un peu plus complexe. L'amplitude des variations de change aurait été limitée aux frais de transport et d'assurance de l'unité monétaire de (2) dans (1). Si ces variations n'avaient pas produit, à elles seules, un effet suffisant, les habitants de (2) auraient envoyé leur or dans le pays (1) pour payer leur minerai.

La diminution du stock métallique de (2) y aurait provoqué une baisse générale des prix, tandis que l'afflux d'or dans (1) aurait été suivi d'une hausse générale. Ce double phénomène se serait accentué jusqu'au moment où les acheteurs de (1) auraient, par des achats de blé dans (2), mis à la disposition de ce pays les ressources extérieures nécessaires à l'achat de son minerai.

Dans les deux cas, les phénomènes monétaires auraient ainsi rétabli l'équilibre des balances des comptes des pays (1) et (2), tout en permettant aux habitants de ces deux pays de subsister.

On voit bien, de la sorte, comment les variations de change constituent le régulateur de la vie économique des peuples. Elles expliquent le merveilleux équilibre des relations commerciales internationales, équilibre comparable à ceux qu'étudient les sciences physiques, puisque régi par les mêmes lois.

D'une manière plus particulière, les variations de la disparité du franc à l'étranger nous permettent de comprendre comment la France, après les perturbations produites par la guerre, a pu retrouver son équilibre économique.

En 1920, notre balance commerciale apparente présente un déficit de 13 milliards. En 1921, ce déficit n'est plus que de 2 milliards de francs papier, qui représentent, en pouvoir d'achat, environ 580 millions de francs 1912. (Indice moyen de l'année 1921 : 399; indice moyen des années 1912-13 : 116.)

Pendant les années 1912-13, au contraire, le déficit apparent de notre balance commerciale était d'environ 1.350 millions.

Ainsi, après une guerre de plus de quatre années, la partie la plus productive du sol français étant dévastée, et le marché intérieur susceptible d'absorber, pour la reconstruction, bien plus que la production nationale ne pouvait lui fournir, *le déficit apparent de la balance commerciale de la France est tombé, en 1921, au tiers de ce qu'il était en 1912.*

Ce résultat paradoxal confirme pleinement notre théorie. En 1912, le déficit apparent de notre balance commerciale est comblé, en partie, par les ressources extérieures représentant les revenus des capitaux français placés à l'étranger.

En 1921, beaucoup de ces capitaux sont devenus improductifs; d'autres ont été aliénés. D'où une diminution de revenus en monnaie étrangère, diminution à laquelle notre balance commerciale devait nécessairement s'adapter.

Cette adaptation n'a pu évidemment être obtenue par l'action isolée des exportateurs. Il suffit de jeter un coup d'œil sur la figure 9 (voir la première partie, p. 656) pour reconnaître, sans que le doute soit possible, qu'elle est la conséquence des variations de la disparité du franc à l'étranger.

Pour le calcul de la disparité moyenne, dont la figure 9 représente les variations, il eût fallu probablement multiplier la disparité du franc dans chaque pays par un coefficient proportionnel à la balance commerciale de la France avec ce pays. La moyenne arithmétique des disparités n'en donne pas moins des indications précieuses.

La figure 9 nous montre, en effet, que, dès avril 1920, la disparité moyenne du franc à l'étranger devient positive, et le demeure jusqu'en juin 1921. Pendant toute cette période, le franc a, en France, un pouvoir d'achat supérieur à celui qu'il possède dans presque tous les pays étrangers. Les variations de la disparité du franc tendent constamment à s'opposer à l'augmentation du déficit commercial et provoquent, dès le mois de février 1921, un excédent marqué des exportations sur les importations.

A partir de ce moment, la disparité diminue, tout en suivant les variations de la balance commerciale. Elle devient un instant négative, en juillet-août 1921, alors que notre balance commerciale est nettement favorable, et elle croît à nouveau à la fin de cette même année, pour parer à une nouvelle augmentation des importations.

Nous comprenons ainsi comment la France a pu, dans des conditions très défavorables, retrouver l'équilibre de sa balance commerciale. Nous voyons, en outre, la puissance et la précision de cet admirable mécanisme des prix, qui peut, par des variations de quelques millimes dans le pouvoir d'achat du franc, parer à un déficit de plus de 10 milliards[1].

1. Dans la période antérieure à l'année 1920, les mêmes phénomènes se produisent, mais sont compliqués par les répercussions de l'augmentation continue de la circulation monétaire, répercussions que nous étudierons dans un autre travail.

TROISIÈME PARTIE

LES CONSÉQUENCES POLITIQUES

Dans notre « Introduction à l'étude de la Morale et de l'Economie politique rationnelles », nous avons montré que la politique ne pouvait être que l'art d'utiliser, en vue de certaines fins, les lois que l'Economie politique découvre. « L'affirmation qu'il existe des lois économiques immuables, avons-nous dit, n'entraîne pas que nous soyons leur esclave. La pesanteur existe, et cependant les avions évoluent dans les airs. Nous pourrons tirer de la connaissance des lois économiques tout un art, la politique proprement dite, qui nous permettra de réaliser tel ou tel but que nous nous serons fixé[1]. » La politique, ainsi considérée, doit être à l'Economie politique, ce que l'art de construire les moteurs est à la Thermodynamique classique.

Une théorie des changes qui rend compte, d'une manière précise, de tous les faits observés doit éclairer certains problèmes politiques. La troisième partie de ce mémoire a pour objet d'étudier quelques-unes des conséquences de notre théorie dans ce domaine.

I. — LE CHÔMAGE ANGLAIS

La connaissance de la disparité moyenne de la livre sterling à l'étranger permet de rattacher immédiatement l'existence du chômage en Angleterre à la situation économique générale.

L'observation de la courbe qui représente les variations de cette disparité moyenne (fig. 10) nous montre que, pendant l'année 1920 et presque toute l'année 1921, la disparité de la livre sterling à l'étranger est restée négative. C'est là le véritable obstacle qui a entravé le développement des exportations anglaises, comme le révèle, d'une manière certaine, le fait que pendant toute cette période la courbe de la balance commerciale suit, avec une précision satisfaisante, la courbe de la disparité.

Or, les considérations qui précèdent nous permettent d'interpréter, à son tour, l'existence de cette disparité négative.

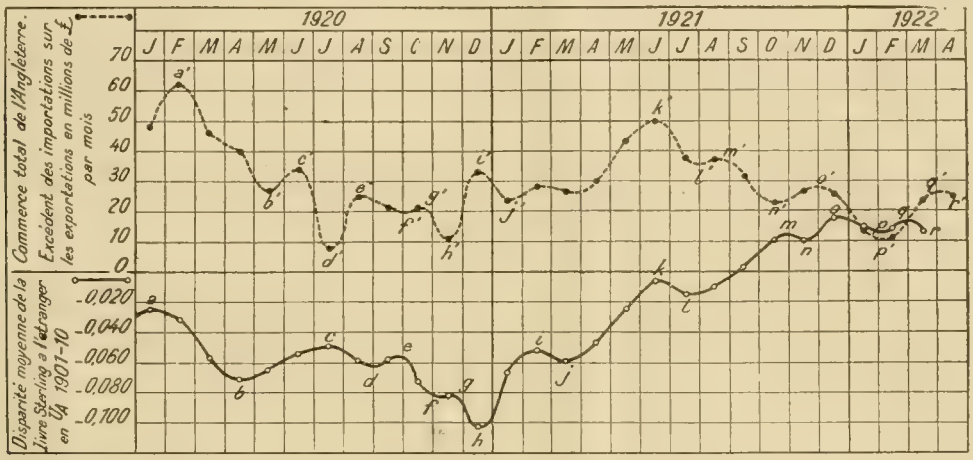


Fig. 10. — *Disparité moyenne de la livre sterling à l'Etranger et Commerce total de l'Angeterre en* 1920-22. — La disparité moyenne de la livre sterling est la moyenne arithmétique des disparités de la livre dans les pays suivants : en 1920, France, Etats-Unis, Italie ; en 1921-22, France, Etats-Unis, Italie, Suisse, Belgique, Espagne.

En 1912-13, la balance commerciale de l'Angleterre présente un déficit apparent de 150 millions de livres sterling. A cette époque, on peut admettre qu'en Angleterre l'équilibre de la balance des comptes se trouve réalisé, la disparité de la livre sterling en France étant tantôt positive et tantôt négative (fig. 6, p. 654).

Le montant des exportations invisibles (rémunération des transports maritimes, revenus en monnaies étrangères) doit donc compenser le déficit apparent de 150 millions de livres sterling de la balance commerciale.

En 1920, le déficit apparent de la balance commerciale anglaise est de 380 millions de livres sterling; l'indice moyen des prix de gros en Angleterre est de 337, alors qu'il était de 116 en 1912-13. Le déficit apparent de 1920 représente donc 128 millions de livres sterling de 1912, soit les 4/5 seulement du déficit de cette même année.

D'autre part, il est infiniment vraisemblable que les ressources que l'Angleterre tirait en 1920 de sa marine marchande et de son portefeuille étranger étaient égales, et très probablement supérieures à ce qu'elles étaient en 1913.

La balance des comptes de l'Angleterre présentait donc, en 1920, un excédent certain et

1. *Des Sciences physiques aux Sciences morales*, p. 185 (Alcan, 1922).

c'est pour parer à l'existence de cet excédent, c'est-à-dire pour rétablir l'équilibre de la balance des comptes, que, conformément à ce que le principe 2 nous eût permis de prévoir, la disparité de la livre sterling à l'étranger est devenue négative, provoquant ainsi la décroissance des exportations anglaises et par suite le chômage.

Pendant l'année 1921, la disparité de la livre sterling décroît nettement en valeur absolue ; la courbe qui représente ses variations se rapproche de la courbe de la balance commerciale, au lieu de lui rester parallèle.

Il y a là une anomalie que l'on peut facilement interpréter.

Pendant l'année 1920, le montant des créances étrangères que l'Angleterre tire des transports maritimes qu'elle exécute est encore considérable. En 1921, par suite de la diminution du prix de ces transports, le montant des créances étrangères qu'ils fournissent est sensiblement moins élevé.

Or ces créances n'apparaissent pas dans les statistiques d'où nous tirons la balance commerciale. De la sorte, pour obtenir la courbe représentant les variations de la balance des comptes véritable, il faudrait faire subir à la courbe de la balance commerciale une translation de haut en bas plus considérable en 1920 qu'en 1921, ce qui aurait probablement pour effet de rétablir la similitude complète des deux courbes.

Dès octobre 1921, la disparité moyenne de la livre sterling est positive. Les exportations doivent s'en trouver facilitées et les effets de la crise de chomâge s'atténuer [1].

C'est là un résultat que les faits semblent confirmer, et qui paraît devoir subsister tant qu'un nouvel excédent de la balance des comptes anglaise ne rendra pas à nouveau négative la disparité moyenne de la livre sterling à l'étranger [2].

Ceci nous conduit à l'étude du problème des dettes internationales.

II. — Le Problème des Dettes internationales

Les considérations qui précèdent nous permettent de prévoir les conséquences qu'entraînerait le règlement de certaines dettes internationales.

La venue à échéance de toute dette importante de la France vis-à-vis de l'Angleterre donnerait naissance à un nouvel excédent de créances de la balance des comptes anglaise. Cet excédent provoquerait à son tour une diminution, en valeur algébrique, de la disparité de la livre sterling à l'étranger; et ainsi se trouveraient rendues plus difficiles encore les exportations anglaises, tandis qu'au contraire se trouverait stimulée l'importation en Angleterre des marchandises étrangères. Ce double phénomène aurait pour conséquence immédiate une recrudescence de la crise de chômage qui sévit actuellement dans le Royaume-Uni.

Après l'étude qui précède, ces résultats ne peuvent être mis en doute. Ils sont d'ailleurs d'une portée générale, et nous renseignent sur la véritable nature des règlements internationaux.

Il est possible de transférer, d'un pays à un autre, un certain pouvoir d'achat par transfert de créances ou de métaux précieux ; mais ces versements, dès qu'ils sont effectués, donnent naissance à des phénomènes stabilisateurs, qui provoqueront des courants commerciaux rétablissant l'équilibre de la balance des comptes.

Tout se passe donc comme si, au lieu d'avoir transféré une quantité déterminée de pouvoir d'achat, on avait transféré directement les marchandises que ce pouvoir d'achat eût permis d'acquérir.

Il semble, toutefois, que le mécanisme des paiements en numéraire ou en créances étrangères soit très supérieur à celui des paiements en nature. Il a l'avantage, en effet, de diriger les courants commerciaux en tenant compte des conditions générales de l'équilibre mondial et de répartir sur toute la production d'un pays le stimulant aux exportations qui, dans le second système, n'atteint que les industries exécutant les commandes de l'étranger. Il est enfin plus souple, plus automatique, et par suite plus parfait, que le mécanisme compliqué des paiements en nature.

III. — L'Allemagne et les Réparations

Nous disposons, maintenant, de tous les éléments indispensables à l'étude du problème des réparations.

Ce problème réside, d'une part, dans la recherche du pouvoir d'achat nécessaire à la reconstruction des régions dévastées par la guerre, d'autre part, dans le transfert de ce pouvoir d'achat des pays qui le possèdent, ou qui peuvent le trouver, à ceux qui doivent l'utiliser.

A l'intérieur de chaque Etat, le pouvoir d'achat nécessaire à la reconstruction peut être trouvé par l'impôt ou par l'emprunt.

1. Nous trouvons dans *Le Temps* du 19 septembre 1922 une vérification de nos prévisions. D'après les dernières statistiques anglaises, l'excédent des importations sur les exportations se serait élevé, de janvier à août 1922, à 107.952.000 £, alors qu'il était de 208.345.000 £ pendant la même période de 1921.

2. Les mêmes considérations pourraient être répétées à l'occasion de la disparité moyenne du dollar à l'étranger. Elles expliqueraient, aussi bien que la crise de chômage anglaise, celle qui sévit aux Etats-Unis.

L'impôt est un prélèvement opéré par l'Etat sur le pouvoir d'achat dont disposent les individus, soit qu'ils le tirent de l'intérêt de leurs capitaux, soit qu'ils l'acquièrent par leur travail. Le pouvoir d'achat des capitalistes est ainsi définitivement réduit, pendant toute la durée d'existence de l'impôt. Au contraire, les travailleurs peuvent conserver le pouvoir d'achat dont ils disposaient antérieurement en travaillant davantage pour créer, par leur travail supplémentaire, l'équivalent du pouvoir d'achat qui leur est demandé par l'Etat.

L'emprunt, lui, peut être intérieur ou international.

L'emprunt intérieur met à la disposition de l'Etat d'abondantes ressources dont celui-ci n'aura à payer, chaque année, que l'intérêt et l'amortissement. Les sommes nécessaires au service de l'emprunt devront être trouvées par l'impôt, c'est-à-dire, comme dans le cas précédent, par prélèvement sur les ressources des contribuables.

L'emprunt intérieur ne se distingue donc de l'impôt que parce qu'il répartit sur un grand nombre d'années l'effort nécessaire au paiement des dettes en vue desquelles il est contracté.

L'emprunt international met, à la disposition de l'emprunteur, d'abondantes ressources étrangères, qui peuvent, comme nous le verrons tout à l'heure, faciliter la solution du problème du transfert. Il impose, par contre, à l'Etat qui emprunte, un service annuel d'intérêt et d'amortissement, service payable en monnaie étrangère, et qui accroît le déficit ou diminue l'excédent de la balance des comptes.

De ce fait, et dès que le premier paiement a été opéré, la disparité de la monnaie de l'Etat emprunteur augmente en valeur algébrique et détermine, si rien ne vient s'y opposer, un accroissement des exportations d'une valeur égale au montant des sommes qui ont été payées pour le service de l'emprunt.

L'Etat emprunteur est ainsi assuré de trouver indéfiniment, auprès de ses nationaux, les devises étrangères qui lui seront nécessaires. Il devra, pour se les procurer, racheter aux exportateurs, en les payant en monnaie nationale, les devises que ceux-ci détiennent et qu'ils n'ont acquises qu'en répercussion des versements déjà opérés par l'Etat.

Ainsi, dans ce cas encore, l'Etat devra prélever en monnaie nationale, sur les revenus des contribuables, des ressources d'une valeur égale à celle des réparations qu'il doit effectuer.

On voit par là que *dans tous les cas*, quel que soit le mode de paiement adopté, et si l'on suppose qu'il n'est pas pratiqué d'émission de papier monnaie, la solution du problème des réparations n'est possible que si l'Etat, à la charge duquel elles se trouvent, frappe ses contribuables d'une imposition supplémentaire susceptible de fournir le pouvoir d'achat nécessaire à la réparation des dommages causés. Tout revient donc en somme à affecter chaque jour, directement ou non, à l'œuvre de reconstruction, une partie des revenus des capitalistes et le produit d'un certain nombre des heures de travail fournies par les citoyens du peuple qui doit réparer.

L'importance du prélèvement possible est ainsi limitée par la différence qui existe entre les ressources que possèdent les contribuables ou qu'ils peuvent acquérir par leur travail et celles qui doivent leur être laissées, pour que leur subsistance se trouve assurée.

Jusqu'à présent, et dans toute la mesure où il n'a pas été recouru à l'emprunt pour faire face au service des emprunts antérieurs, ce prélèvement a été opéré par la France sur les contribuables français. Nous venons de voir que cela revenait à imposer chaque jour, aux uns une réduction de consommation, aux autres un certain nombre d'heures de travail non rémunérées.

On conçoit immédiatement qu'il y ait une absolue nécessité morale à ce que ces privations et ce travail forcé soient imposés au peuple qui est l'auteur volontaire de ces dévastations, et qui s'est engagé à en assurer le paiement.

Toutefois, dès que les réparations sont mises à la charge d'un peuple différent de celui chez lequel ont été commises les dévastations à réparer, un second problème se pose, celui du transfert de richesses d'un Etat à un autre.

Si l'Etat qui répare se procure les ressources qui lui sont nécessaires par un emprunt international, il dispose immédiatement des devises étrangères dont il a besoin pour exécuter ses obligations. Nous avons vu, d'autre part, qu'il était assuré, par le simple jeu du mécanisme des changes, de trouver à chaque instant, auprès de ses propres contribuables les ressources en monnaies étrangères nécessaires au service de l'emprunt.

Cependant, si l'emprunt international ne peut être contracté, ou s'il ne pouvait l'être qu'à des conditions trop onéreuses, il resterait à l'Allemagne les deux autres solutions de l'impôt et de l'emprunt intérieur.

Dans ces deux cas, les ressources obtenues le seraient en monnaie nationale. Pour en assurer le transfert, l'Allemagne serait amenée à rechercher, sur tous les marchés financiers, les devises étrangères. Le cours de la monnaie allemande

par rapport à toutes les autres monnaies baisserait, en dehors de toute mesure d'inflation et sans qu'il y ait variation sensible de son pouvoir d'achat intérieur.

Du fait de la disparité positive du mark à l'étranger ainsi réalisée, les exportations allemandes se trouveraient stimulées, dans la mesure exactement nécessaire pour fournir à l'Etat les monnaies étrangères dont il aurait besoin. Pour se les procurer, il ne lui resterait qu'à les acheter en monnaie allemande, à ses exportateurs.

Ainsi, l'on voit l'entière équivalence des deux procédés d'emprunt, intérieur et international. Ils peuvent et doivent être employés simultanément et produiront les mêmes variations du total des exportations allemandes, à condition, bien entendu, que les ressources fournies par l'emprunt intérieur soient entièrement consacrées à l'œuvre de réparation.

Il est bon d'insister, à ce sujet, sur le fait que l'Allemagne ne pourra trouver d'une manière permanente les ressources nécessaires à l'exécution de ses obligations que si l'on n'entrave pas le jeu des phénomènes stabilisateurs.

Ceci suppose plusieurs conditions :

1° A l'intérieur de l'Allemagne les répercussions des phénomènes monétaires ne doivent pas être troublées par des mesures d'inflation et nous venons de montrer que l'Allemagne pouvait trouver, sans elles, les ressources qui lui sont nécessaires.

De la même manière, aucune restriction de sortie, aucune taxation ne devra s'opposer au libre jeu du mécanisme des prix.

Enfin, des impositions élevées devront fournir au gouvernement allemand, régulièrement et à l'avance, les ressources dont il aura périodiquement besoin pour acquérir auprès de ses nationaux, *et auprès d'eux seulement*, des devises étrangères. Ces devises ne seront elles-mêmes que la contre-partie de l'excédent d'exportation auquel les phénomènes monétaires auront donné naissance.

2° A l'extérieur, aucune mesure prohibitive ne devra s'opposer aux exportations allemandes. Les deux prétentions d'obliger l'Allemagne à payer et de l'empêcher d'exporter sont contradictoires, donc absurdes.

Au reste, la situation d'un pays exportant pour fournir à l'étranger la rémunération de ses exportations est celle d'un condamné qui expie, par le travail gratuit, et la réduction de son bien-être les dommages qu'il a causés.

Cette situation ne paraît nullement enviable et l'on s'explique difficilement que des rivaux de l'Allemagne cherchent à l'y supplanter. S'ils persistaient dans ce désir, il serait pour eux un moyen sûr et immédiat d'augmenter considérablement le total de leurs exportations : ce serait de prendre à leur charge, sans aucune rémunération, la réparation du dommage causé par l'Allemagne.

En résumé, il n'est pas possible de tirer argument de la situation actuelle de l'Allemagne pour dire qu'elle ne peut payer. Elle pourra payer, et sans qu'il soit besoin d'employer le mécanisme compliqué des réparations en nature, dès qu'elle entreprendra l'exécution méthodique de ses obligations, à condition, toutefois, que les pays voisins ne cherchent pas à entraver, par des mesures restrictives, le libre jeu des phénomènes monétaires et de leurs répercussions.

On peut affirmer, en outre, que, dans l'hypothèse où cette éventualité se réaliserait, aucune dépréciation excessive du change allemand ne serait à redouter. Toutes les courbes tracées nous montrent en effet qu'en aucun cas, quel que soit le déficit ou l'excédent apparents de la balance commerciale d'un pays, la disparité de sa monnaie n'a dépassé $0{,}08U_{F.1901-10}$ pour le franc, $0{,}14U_{A.1901-10}$ pour la livre sterling.

Ces disparités correspondant à des variations de change d'un ordre de grandeur entièrement différent de celui des variations qui caractérisent la chute actuelle du mark, on peut en conclure que cette chute n'est pas déterminée par le déficit de la balance des comptes de l'Allemagne, déficit qui serait provoqué par les prestations déjà fournies en exécution des traités de paix, mais par des causes tout différentes. Nous montrerons dans un autre travail que ces causes se rattachent toutes à la pratique continue de l'inflation monétaire.

CONCLUSION

Au terme de cette étude, il importe de résumer les vues auxquelles nous a conduit notre théorie des phénomènes de change.

Le cours du change de la monnaie du pays (1) dans le pays (2) est défini par deux éléments : pouvoir d'achat intérieur de la monnaie du pays (1) et disparité de cette monnaie dans le pays (2).

Le présent mémoire a montré comment varie la disparité et quel est son ordre de grandeur. Dans un autre travail, nous étudierons les variations du pouvoir d'achat intérieur d'une monnaie, dans leurs rapports avec les facteurs qui les déterminent.

Les lignes qui précèdent ont mis en évidence la place des phénomènes de change dans la vie économique. Ces phénomènes assurent l'équilibre international et réussissent à substituer

l'ordre collectif au désordre individuel. La loi du déplacement de l'équilibre semble, par eux devoir dominer toutes les sciences économiques qu'elle fait entrer dans le cadre des sciences physiques.

Dans l'étude que nous avons consacrée à quelques-unes des conséquences politiques de notre théorie des changes, nous avons surtout étudié les répercussions des différentes solutions possibles sur le maintien ou la rupture de cet équilibre économique. Les conclusions auxquelles nous sommes arrivés ne peuvent être absolues.

Des scrupules moraux parfaitement légitimes, des considérations de sécurité nationale, peuvent conduire les gouvernements à sacrifier la recherche de l'équilibre naturel, soit pour assurer la subsistance d'organismes qui devraient disparaître, soit même pour provoquer volontairement une rupture de cet équilibre.

Toutefois, la connaissance des répercussions de chacune des mesures qu'on adopte pour entraver le jeu des phénomènes naturels permet de juger, en connaissance de cause, de leurs avantages et de leurs inconvénients respectifs. Elle montre que l'effet de ces mesures ne peut être, en général, que provisoire et permet de choisir, pour leur réalisation, les moyens les moins dangereux et les mieux adaptés au but qu'on se propose d'atteindre.

C'est le rôle de la politique de déterminer à chaque instant dans quelle mesure et sous quelle forme il est opportun de soustraire certaines institutions, certaines formes de l'activité nationale, au jeu des phénomènes naturels, en acceptant à l'avance les conséquences de ces interventions.

D'autre part, les résultats qui ont été obtenus dans cette étude rapide des phénomènes de change permettent d'imaginer quelle sera la fécondité d'études minutieuses entreprises dans tous les domaines de la science économique. Ils nous déterminent à insister sur la méthode de travail qui nous a permis d'y aboutir et dont le principe réside dans l'application pure et simple des vues développées dans notre « Introduction à l'Etude de la Morale et de l'Economie politique rationnelles [1] ».

En premier lieu, seul l'emploi d'unités convenablement choisies nous a permis de découvrir les lois des phénomènes. Or, ce sont des vues théoriques sur la définition des unités dans ses rapports avec le principe de causalité, qui nous ont conduit au choix de l'unité $U_{F.1901-10}$. Sans elle, l'étude des statistiques ne nous aurait révélé aucune loi.

Et ceci montre le rôle des statistiques dans les recherches économiques. Elles constituent les seules observations d'où l'économiste puisse tirer la connaissance du milieu qu'il étudie. En elles-mêmes, elles ne sont rien que des suites de chiffres, sans intérêt aucun, si elles ne servent à confirmer ou à infirmer une théorie qui essaye de les interpréter.

L'Economie politique doit être considérée comme la science statistique des phénomènes présentés par des groupements d'un grand nombre d'individus. Ses lois ne peuvent être découvertes et comprises que lorsque l'on s'isole mentalement du milieu dans lequel on les étudie. C'est dire que la seule méthode d'observation qui permette de percevoir la réalité économique, à l'échelle à laquelle elle doit être étudiée, est l'observation statistique.

Les faits économiques ne tirent leur existence que de la loi des grands nombres. Ils sont aussi incompréhensibles pour l'individu qui se considère comme l'un des éléments de leur réalisation, que la loi de Mariotte pourrait l'être pour une molécule isolée.

Jacques Rueff,
Ancien élève de l'Ecole Polytechnique.

1. *Des Sciences physiques aux Sciences morales* (Alcan, 1922).

BIBLIOGRAPHIE

ANALYSES ET INDEX

1° Sciences mathématiques

Goursat (Edouard). — **Leçons sur le problème de Pfaff.** — 1 *vol. gr. in*-8° *de* VIII-386 *pages* (*Prix* : 30 *fr.*). *Librairie J. Hermann, Paris*, 1922.

Dans un mémoire datant de 1814, Pfaff montra qu'une équation aux différentielles totales à $2n$ ou $2n-1$ variables admet toujours des multiplicités intégrales dont le nombre des dimensions est au moins égal à n ou $n-1$. C'est la recherche et l'étude de ces multiplicités intégrales qui constitue le problème de Pfaff proprement dit, auquel M. Goursat a consacré les deux premiers chapitres de son ouvrage. Le premier chapitre traite de la réduction d'une forme de Pfaff ω (c'est-à-dire d'une forme linéaire de différentielles) à certaines formes canoniques, suivant les méthodes de Frobenius et Darboux, et introduit les notions importantes de covariant bilinéaire et de classe d'une forme de Pfaff, et de rang d'une intégrale. Ces notions sont appliquées dans le second chapitre à la démonstration du théorème de Pfaff et à l'étude des multiplicités intégrales de l'équation de Pfaff $\omega = 0$; l'auteur montre également les liens entre la méthode suivie et les méthodes d'intégration de Cauchy et de Lagrange dans la théorie des équations aux dérivées partielles du premier ordre.

Dans les autres chapitres, constituant la plus grosse partie de l'ouvrage, l'auteur expose les résultats les plus récents relatifs au problème de Pfaff et à ses généralisations, résultats dont les plus marquants sont dus à l'auteur et à M. Cartan. Le chapitre III est un exposé des règles de calcul des formes symboliques de différentielles. Une forme symbolique de différentielles, c'est le symbole figurant sous le signe d'intégration dans une intégrale quelconque étendue à une multiplicité à p dimensions de l'espace à n dimensions. Les notions de produit, de diviseur, de dérivée, sont étendues à ces symboles. Ces formes symboliques généralisent les formes de Pfaff; la considération des multiplicités sur lesquelles l'intégrale d'une forme symbolique est nulle conduit à une généralisation du problème de Pfaff; les notions de facteur intégrant et de classe s'étendent aussi. M. Cartan a employé les formes symboliques de différentielles dans l'étude du problème de Pfaff; ses résultats sont donnés dans le chapitre IV : le théorème de Pfaff est obtenu sous une forme nouvelle grâce à l'introduction de la notion des dérivées successives d'une forme de Pfaff. Cette méthode permet une étude plus approfondie du problème de Pfaff et de problèmes annexes tels que ceux de la recherche des intégrales appartenant à une mutiplicité donnée ou ayant un nombre donné de dimensions. Les théorèmes classiques relatifs aux transformations de contact se déduisent aussi facilement des propriétés des formes dérivées. L'emploi des formes symboliques a également permis à M. Goursat d'établir d'une façon très naturelle les propriétés des invariants intégraux; les résultats fondamentaux de cette théorie sont donnés au chapitre V.

Dans les trois derniers chapitres (VI, VII, VIII), l'auteur expose les beaux résultats obtenus par M. Cartan dans l'étude des systèmes les plus généraux d'équations de Pfaff. Ici encore on se propose notamment de chercher l'ordre maximun des multiplicités intégrales. Dans cette étude s'introduisent encore certains systèmes covariants et la notion de classe d'un système (ch. VI), mais aussi des notions nouvelles telles que celles de genre et de caractères successifs d'un système (ch. VIII) qui ont permis à M. Cartan d'obtenir des résultats définitifs.

Cette rapide analyse ne donne qu'une bien faible idée de l'importance et du nombre des résultats déjà acquis dans cette théorie donnés par M. Goursat dans son ouvrage. Malgré la difficulté et l'étendue du sujet traité dans ces leçons, leur lecture n'exige que la connaissance des théorèmes classiques sur les systèmes d'équations aux différentielles totales (il faut regretter à ce sujet que M. Goursat n'ait pas uniquement pris comme ouvrage de référence son Traité d'Analyse qui se trouve dans toutes les mains).

On retrouve naturellement dans ce nouveau livre les qualités d'ordre et de clarté dans l'exposition, de rigueur et de concision dans les démonstrations, qui ont fait le succès du Traité d'Analyse et des autres ouvrages du savant analyste. Les jeunes mathématiciens y trouveront en outre, notamment pages 114 et 380, l'indication de nouveaux sujets de recherches.

G. Valiron,
Professeur à l'Université de Strasbourg.

Mac Leod (A.). — **Introduction à la Géométrie non euclidienne.** — 1 *vol. in*-8° *de* 433 *p. avec* 1 *pl.* (*Prix* : 20 *fr.*). *Librairie scientifique J. Hermann, Paris*, 1922.

Comme toute autre science, la Géométrie est constituée par un ensemble de propositions qui expriment des propriétés de certains objets, et notre esprit a une tendance très forte à attribuer aux objets répondant aux concepts fondamentaux certaines propriétés bien déterminées. Il existe une branche de la Géométrie dans laquelle les postulats énoncent justement ces dernières propriétés : c'est la Géométrie euclidienne ou parabolique.

Mais par là même nous entrevoyons donc la possibilité d'autres géométries, tout en remarquant qu'il peut exister aussi dans une même géométrie des systèmes de concepts fondamentaux et de postulats différents, mais équivalents.

Parmi les Géométries autres que la Géométrie euclidienne, il y en a deux particulièrement importantes, indépendantes du postulat des parallèles et de l'infinité de la droite et qui lui ressemblent le plus : l'une s'appelle la géométrie de Lobatchewsky ou géométrie hyperbolique, l'autre la géométrie de Riemann ou la géométrie elliptique, et c'est à ces deux dernières qu'on

réserve le nom de Géométrie non euclidienne qu'étudie le présent ouvrage.

Dans ce livre, l'auteur a visé à exposer d'une façon élémentaire les principes de cette Géométrie, tout en en fournissant un exposé méthodique et en en rendant les démonstrations claires et rigoureuses.

Les connaissances exigées pour une lecture profitable de ce travail ne dépassent pas le cadre des études des classes de mathématiques spéciales.

L'auteur s'est beaucoup inspiré de l'ouvrage de Coolidge (Oxford, 1919), en améliorant toutefois certaines de ses démonstrations et en apportant dans la rédaction des parties qui font le sujet commun des deux volumes une plus juste proportion qui en rend la lecture plus facile.

On peut donc recommander ce volume à nos élèves des Facultés et de nos grandes écoles qui voudront s'initier à ces disciplines si intéressantes et si actuelles et dont nous ne possédions pas encore en langue française un exposé aussi complet que simple et précis.

La librairie Hermann a imprimé ce volume avec soin et sur un papier que nous n'étions plus habitués à rencontrer depuis la guerre. Félicitons-la d'avoir compris que l'ouvrage valait cette attention.

L. Potin.

Brownlie (David), B. Sc. (*Honours in Chemistry*). — **Boiler Plant Testing.** — 1 *vol. in*-8° *de* x-168 *p. avec* 21 *fig.* (*Prix* : 10/6 *net*). *Chapman and Hall, éditeurs, Londres*, 1922.

Id. — **Coal Saving by modern methods of steam Generation** (*Reprinted from* The Textile Manufacturer). — 1 *brochure in*-4° *de* 15 *pages* (*Prix* : 2/6). *Londres*, 1922.

Ces deux écrits, qui ont pour objet de faire réaliser aux industriels une économie de combustible dans les générateurs de vapeur, se complètent l'un l'autre : le premier traite des méthodes d'essai de ces appareils, le second reproduit un certain nombre d'essais effectués dans des conditions que l'auteur considère comme satisfaisantes.

M. Brownlie fait ressortir l'importance pratique des questions étudiées par lui en relevant d'abord la proportion relative du charbon, consumé sur les grilles des chaudières de la Grande-Bretagne, par rapport à la dépense annuelle de combustible dans les foyers de tout genre : elle atteint d'après lui de 75 à 100 millions de tonnes sur 189 millions. Or, le rendement effectif moyen des chaudières de l'industrie anglaise n'est guère que de 57 °/₀ : ce coefficient d'utilisation extrêmement médiocre témoigne du mauvais emploi général qui est fait du charbon, et de l'intérêt considérable qu'il y aurait à améliorer les procédés de combustion et de vaporisation. Ce résultat ne peut être obtenu qu'en instituant des méthodes rationnelles et sûres d'essais.

Il y a de grands progrès à réaliser dans cette voie : ils sont exposés en quatre chapitres du premier ouvrage, portant les titres ci-dessous :

I. — Résultats présentement obtenus en chaudières ;

II. — Critique des codes d'essais actuels et suggestions pour la rédaction d'un code international ;

III. — Suggestions relatives aux additions à apporter au futur code international à la suite des dernières recherches et discussions ;

IV. — Modèles de rapports d'expériences.

Cette étude extrêmement substantielle est pleine d'observations d'un caractère pratique, qui établissent la nécessité de modifier l'esprit des méthodes en usage, et de diriger les expériences en vue d'obtenir des résultats indiscutables et réellement applicables. Un sommaire résume en quatre pages les conditions essentielles d'une étude complète d'un générateur, et un index alphabétique très développé permet au lecteur de retrouver sans difficulté les considérations et les données qu'il a intérêt à méditer et à recueillir.

La brochure est un tiré à part de divers articles, parus dans le « *Textile Manufacturer* », en 1921 et 1922. L'auteur y passe en revue les nombreuses déterminations que comporte une expérience, et il réunit en un tableau synoptique, extrêmement intéressant, les résultats de 65 essais, effectués sur les chaudières les plus diverses, alimentées de houilles de toute espèce. La discussion des chiffres relevés souligne les points à retenir spécialement et en tire les conclusions qui importent le plus à l'établissement d'une technique rationnelle, en même temps que vraiment réaliste, des appareils de production et de mesure.

M. Brownlie traite ces nombreuses questions sans optimisme et avec un sens critique qui sera très apprécié des praticiens, et conduira au progrès des générateurs de vapeur.

Aimé Witz,
Correspondant de l'Institut.

2° Sciences physiques

Bertholet (Daniel). — **La Physique et la Métaphysique des théories d'Einstein.** — 1 *vol. in*-16 *de* 47 *pages* (*Prix* : 2 *fr.*). *Payot, éditeur, Paris*, 1922.

Kirchberger (P.) — **La Théorie de la Relativité, exposée sans mathématiques.** *Traduction de* M. Marcel Thiers. — 1 *vol. in*-16 *de* 215 *pages* (*Prix* : 5 *fr.*). *Payot, éditeur, Paris*, 1922.

Moch (Gaston). — **Initiation aux théories d'Einstein.** — 1 *vol. in*-8 *de* 160 *pages avec* 10 *fig. et* 1 *portrait, de la Bibliothèque Larousse* (*Prix* : 4 *fr.*). *Librairie Larousse, Paris*, 1922.

Wulf (Le P. Th.). — **La Théorie de la Relativité d'Einstein.** *Traduit par le* P. H. Dopp. — 1 *vol. in*-8° *de* 96 *pages* (*Prix* : 2 *fr.*). *Albert Dewett, éditeur, Bruxelles*, 1922.

Voici quatre ouvrages sur le même sujet et une analyse séparée de chacun d'eux ne paraît point nécessaire. Le plan d'un pareil ouvrage est pour ainsi dire forcé. Il parlera d'abord des expériences de Fizeau et de Michelson. Il donnera l'explication de Lorentz (la contraction des corps dans le sens de la vitesse), l'énoncé du principe de relativité avec la notion de temps local, et celle de l'espace-temps due à Minkowski. Voilà pour la relativité restreinte. La relativité généralisée ne se vulgarise pas facilement. Quand on a parlé de l'accélération qui simule une force, du boulet de Jules Verne,

on ne peut plus que donner des résultats, et parler de leurs vérifications: mouvement du périhélie de Mercure, déviation par le Soleil des rayons lumineux, changement des longueurs d'onde. Les critiques de M. Painlevé, ou de M. Le Roux ne sont guère à la portée du grand public, et l'on n'en peut parler que très vaguement.

Ce sont là, avec quelques variantes, les matières de ces quatre volumes.

Le premier, peu étendu, est moins l'exposé d'une théorie qu'une causerie agréable, spirituelle, amusante même. L'auteur nous parle des créateurs de la théorie, Michelson, Lorentz, Minkowski, Einstein. Il donne les raisons de la vogue dont elle jouit. Ces raisons sont dans les modifications à la notion de temps, dans ce mystérieux univers de Minkowski, dans les idées métaphysiques qui découlent de là.

Le caractère particulier du second ouvrage est d'exposer clairement les matières énumérées ci-dessus, sans y mêler la moindre trace de Mathématiques, sans aucune notation d'Algèbre. A la fin du volume l'auteur parle des considérations exagérées où intervient la totalité de l'Univers. Toutes ces spéculations, dit-il, ne peuvent se terminer que par un point d'interrogation.

Le 3e ouvrage, qui contient un portrait d'Einstein, donne sur la théorie des notions un peu plus détaillées, peut-être un peu plus savantes, sans être moins claires. Il fait une grande part à la critique, aux objections de M. Painlevé, malheureusement difficiles à faire comprendre sans calculs algébriques. Il raconte aussi les conférences d'Einstein à Paris. Il réfute d'une façon simple et claire cette idée qu'un champ de forces fausse la géométrie euclidienne. Ce paragraphe est intitulé « relativité de la géométrie ». L'auteur traite de stupéfiant cet énoncé : « La géométrie est fonction de la gravitation. » Il fait remarquer que l'on emploie la géométrie euclidienne pour calculer la déviation du rayon lumineux. Comment conclure alors que cette déviation empêche l'espace d'être euclidien. Le paragraphe suivant, sur l'univers courbe, contient des remarques analogues, toutes pleines de justesse et de bon sens.

Le 4e ouvrage, fort court, est plus mathématique. Il contient les formules de Lorentz avec une démonstration simple. Avec ces formules les conséquences de la théorie apparaissent beaucoup plus facilement, et c'est la raison pour laquelle l'ouvrage est si court sans dommage pour la clarté.

Ces ouvrages sont empreints de modération; ils n'admettent pas les conséquences étranges de la théorie, par exemple celle-ci, qu'en voyageant vite on vieillit plus lentement. Dans l'ouvrage de M. Berthelot, Michelson est représenté comme ayant réussi à ne pas vieillir. Mais son moyen n'est pas de voyager dans le boulet de Jules Verne, c'est de jouer au tennis deux heures par jour.

Le public trouvera dans ces quatre livres de quoi satisfaire son goût pour la relativité; il trouvera un exposé exact, fidèle, et dépourvu de cette espèce d'emballement, de ce ton lyrique, qui rend si fatigante la lecture de certains ouvrages.

J. Richard,
Professeur au Lycée de Châteauroux.

Guiart (J.), *Professeur de Parasitologie à la Faculté de Médecine de Lyon, et* **Grimbert** (L.), *Professeur de Chimie biologique à la Faculté de Pharmacie de Paris.* — **Précis de Diagnostic chimique, microscopique et parasitologique.** — 1 *vol. in*-8° *de* xx-1010 *p., avec* 548 *fig. et* 4 *planches*, 4e *éd.* (*Prix, avec envoi recomm. en province* : 46 fr. 50; *à l'étranger* : 48 *fr.*). *J. Lamarre, éditeur, Paris*, 1922.

Les lecteurs de ce livre se rappellent encore le vif et rapide succès qui a accueilli en 1906 l'ouvrage de MM. Guiart et Grimbert et que deux éditions subséquentes, en 1908 et en 1912, n'ont fait qu'affirmer davantage. A cause de la guerre et par suite d'autres circonstances particulières, la présente édition, soit donc la quatrième, n'a paru qu'en 1922, et on peut lui prédire le même succès qu'à ses ainées, car elle est l'application, sans cesse améliorée, des règles et des principes, qui dès le début ont valu à ce livre tant d'amis et de clients fidèles : Ne point décrire l'une à côté de l'autre, toutes les méthodes, « bonnes ou mauvaises, dans le seul but d'être complet », mais « n'en donner qu'un petit nombre, choisies, vérifiées par nous », et ainsi « mettre entre les mains de l'étudiant et du praticien un guide sûr, dans lequel il puisse avoir toute confiance ». On ne pouvait mieux dire, ni surtout mieux faire. Là est, en effet, le secret du persistant succès de cet ouvrage : c'est un livre vécu ; c'est l'expérience personnelle des auteurs qui parle à chaque page et donne sans cesse l'impression qu'elle domine et maîtrise pleinement le sujet. C'est elle qui fait qu'en ne conduisant leurs lecteurs que par des chemins qu'ils ont eux-mêmes choisis et maintes fois parcourus, les auteurs en connaissent les difficultés et savent où le débutant et le praticien non spécialisé ont particulièrement besoin d'être soutenus et guidés.

Au point de vue microscopique et parasitologique, la présente édition se distingue de la précédente par l'exposé des méthodes nouvelles mises au point dans les laboratoires de l'Armée pour le diagnostic rapide des maladies infectieuses : paludisme, fièvre typhoïde et paratyphoïde, diphtérie, méningite cérébro-spinale, etc.

Dans la partie chimique, les remaniements ont été de même nombreux et les additions intéressantes. On signalera au chapitre du sang : le dosage de l'urée par le xanthydrol, de l'azote ammoniacal, des lipoïdes, de la cholestérine, l'établissement de la constante d'Ambard, etc. Au chapitre de l'urine : la détermination de l'acidité urinaire, le dosage de l'urée par le xanthydrol, de l'ammoniaque, de l'acide β-oxybutyrique, la recherche des albumines urinaires, de l'ovalbumine, de l'acide picrique, etc. Ont été modifiés aussi les chapitres relatifs au suc gastrique, aux liquides pathologiques, et au liquide céphalo-rachidien. Enfin un appendice fait profiter le lecteur de quelques procédés d'analyse relatifs au liquide céphalo-rachidien et au sang, plus récemment publiés et dont on n'avait pas pu tenir compte dans le corps du livre. Il s'agit du dosage de l'albumine dans le liquide céphalo-rachidien, du dosage de l'acide urique dans le sang, du micro-dosage du glucose dans le sang et dans le liquide céphalo-rachidien, et enfin du dosage colorimétrique de l'azote non protéique du sang.

Ainsi équipé, l'ouvrage de MM. Guiart et Grimbert ne pourra qu'étendre sans cesse le cercle de ses lecteurs et continuer avec succès auprès de nos étudiants et plus encore auprès des hommes de laboratoire, des médecins praticiens et des pharmaciens son utile carrière.

E. Lambling
(Université de Lille).

3° Sciences naturelles

Macaliester (R. A. S.), *Litt.D., F. S. A., Professor of Celtic Archæology, University College, Dublin.* — **A Texte-book of European Archæology.** *T. I:* **The palæolithic period.** — 1 *vol. in-8° de* xv-610 *p. avec* 184 *fig.* (*Prix :* 50 *sh.*). *Cambridge, at the University Press,* 1921.

Le livre de M.R.A.S.Macaliester constitue le 1er volume d'un véritable Traité de Préhistoire. Le seul ouvrage analogue édité jusqu'à aujourd'hui était le remarquable Manuel de Déchelette, dont les pages consacrées au Paléolithique, bien que ne remontant qu'à 1908, ont déjà singulièrement vieilli, malgré les excellentes qualités de critique dont avait fait preuve, lors de sa rédaction, le regretté Conservateur du Musée de Roanne. M. R. A. S. Macaliester, dès le début de son Text-book, s'affirme comme acquis aux méthodes scientifiques récemment adoptées par un certain nombre d'archéologues.

Après une introduction à caractère historique, où est heureusement mis en relief le rôle décisif joué dans l'évolution de la Préhistoire par les découvertes de Boucher de Perthes, l'auteur consacre tout un chapitre aux Prolégomènes géologiques. Cet excellent résumé de l'histoire du Quaternaire comporte plusieurs cartes schématiques, dont une de l'Europe à son maximum d'élévation, avec le tracé reconstitué des anciens lits de fleuves actuellement submergés. La division de l'Europe en régions archéologiques, qui forme la conclusion de ce chapitre, met en relief la liaison qui se manifeste entre la rencontre des différents types d'industries lithiques dans chaque pays et la situation de ce pays par rapport aux anciennes grandes extensions glaciaires. Les Prolégomènes paléontologiques font ensuite l'objet d'une importante étude, si bien que les données empruntées aux Sciences de la Terre occupent 70 pages, soit un 1/8 de l'ouvrage. Après une énumération un peu sèche, à mon avis, des animaux quaternaires groupés dans leur ordre zoologique et figurés en partie d'après les peintures des cavernes cantabriques, l'auteur étudie la répercussion, sur la faune, des diverses périodes glaciaires et interglaciaires; cet exposé très clair, qui ne vise pas au développement de considérations nouvelles ou originales, constituera un excellent guide pour les recherches archéologiques de l'avenir.

Dans ses Prologomènes archéologiques, M. R. A. S. Macaliester envisage successivement tous les modes de classification que l'on peut adopter en faisant entrer en ligne de compte, aussi bien les caractères physiques que linguistiques, le degré de culture et l'organisation sociale que la religion.

A propos des débuts de l'Humanité en Europe, l'auteur s'élève contre la théorie des éolithes : il groupe les préhistoriens en éolithophiles et éolithophobes... Passant à l'examen des plus anciens restes humains, il insiste sur leurs caractères mixtes : membres humains, crâne simien, dents homosimiennes de Java ; mandibule simienne et dents humaines de Mauer ; crâne humain, mandibule (?) simienne et dents homosimiennes de Piltdown.

Le Paléolithique inférieur (Préchelléen, Chelléen, Acheuléen) est successivement étudié au point de vue de l'Anthropologie physique, de la Paléontologie, des caractères de l'outillage lithique et de son extension dans les différentes régions de l'Europe, enfin de la Psychologie humaine à cette époque reculée. Le même plan a été adopté dans la description du Paléolithique moyen (Moustérien) et du Paléolithique supérieur (Aurignacien, Solutréen, Magdalénien).

La psychologie de l'homme du Paléolithique supérieur fait, dans le livre du professeur anglais, l'objet d'importants développements où est mis en relief le contraste très marqué entre la dernière phase de l'âge de la Pierre taillée et les périodes antérieures, par suite d'une nouvelle manifestation intellectuelle, l'Art rupestre.

M. R. A. S. Macaliester ressuscite le terme de Mésolithique pour désigner la période de transition entre le Paléothique et le Néolithique, c'est-à-dire le stade d'évolution de l'industrie qui est venu dans la terminologie moderne prendre la place du hiatus autrefois admis par les préhistoriens. Le Mésolithique, qui correspond aux premières tentatives de domestication des animaux, débute par l'étage Azilien dont la culture, bien connue grâce aux travaux de notre compatriote Ed. Piette, est marquée par une dégénérescence de l'art paléolithique ; l'outillage se distingue par les silex pygmés dits « tardenoisiens ». C'est à cette phase que l'auteur rattache, avec l'industrie capsienne localisée dans l'Afrique du Nord et l'Espagne, les gisements d'Ofnet, du Tage et de toute une série de localités de Belgique : cette époque est dans son ensemble caractérisée par l'invasion en Europe des Brachycéphales. Le 2e étage du Mésolithique est le Campignien du Nord de la France, qui s'individualise par l'apparition de la poterie, présente son plus beau développement en Danemark, et accessoirement en Suède et en Norvège, avec les *kökkenmöddinger*. Contemporaine de la phase baltique de la mer à Littorines, cette civilisation a été précédée au temps du lac à Ancyles par l'industrie de Maglemose et de Viby, qui nous montre l'arrivée de la culture campignienne d'origine asiatique en Scandinavie, à la faveur de la régression correspondant au lac à Ancyles : par des voies différentes cette civilisation aurait pénétré à travers l'Europe centrale, vers le sud, jusqu'en Italie.

Le livre de M. R. A. S. Macaliester se termine par un chapitre fort intéressant donnant une vue d'ensemble du Paléolithique sur le globe. On y trouve un tableau de corrélation des phases glaciaires, interglaciaires et postglaciaires avec les stades de l'évolution de l'histoire de l'Humanité qui intéressera également les archéologues et les géologues. L'ouvrage donne ainsi une vue origi-

nale de nos connaissances sur le Paléolithique, dont la lecture s'imposera à toute personne désireuse de se documenter sur l'état actuel des sciences préhistoriques.

L. Joleaud,
Maître de conférences à la Faculté des Sciences de Paris.

Costantin (J.), *Membre de l'Institut, Professeur au Muséum d'Histoire naturelle, et* **Faideau** (F.), *Professeur de Sciences naturelles.* — **Les Plantes** (Histoire naturelle illustrée). — 1 *vol. in-4° de* 316 *p. avec fig.,* 11 *pl. en couleurs et* 15 *pl. en noir* (*Prix : broché,* 50 *fr.; relié,* 75 *fr.*). *Librairie Larousse, Paris,* 1922.

Le magnifique ouvrage de vulgarisation botanique que publie la Librairie Larousse constitue, suivant l'expression même des auteurs, un « long voyage d'exploration à travers le monde végétal ».

Ce voyage débute par l'étude de la plante en elle-même, dont les éléments constitutifs : racine, tige, feuille, fleur, fruit et graine, sont isolés un à un en précisant pour chacun d'eux le rôle qui lui incombe, après quoi l'activité de l'ensemble est exposée.

Mais les végétaux ne sont point isolés dans la nature: ils sont partout en contact avec d'autres organismes (animaux ou végétaux), — ce qui pose les très intéressantes questions de l'épiphytisme, du saprophytisme, de la symbiose et du parasitisme, — ou avec le monde minéral, qui agit sur eux par l'eau, par le vent, par le climat et par le sol, en donnant naissance à des types de flores bien caractérisés. L'influence du milieu amène tout naturellement à l'étude de la variabilité, du transformisme et de l'hérédité.

Après ce premier voyage à travers la vie végétale, les auteurs en entreprennent un second parmi l'ensemble prodigieux des plantes qui couvrent notre globe, et c'est pour eux l'occasion d'exposer le principe des classifications, entre lesquelles ils choisissent celle de van Tieghem qui leur sert de cadre pour exposer les caractères distinctifs des principales familles et de leurs représentants les plus importants ou les plus curieux.

Enfin, MM. Costantin et Faideau promènent leurs lecteurs à travers les applications que l'homme a su tirer d'un nombre toujours croissant de végétaux, et ils font défiler successivement sous leurs yeux les plantes alimentaires, les plantes pour boissons, les plantes fourragères, industrielles, médicinales et vénéneuses, d'ornement, pour terminer par l'utilisation artistique des plantes et les légendes ou mythes auxquelles elles ont donné lieu.

Sans rien sacrifier à la précision scientifique, les auteurs ont su parler des choses de la Botanique de manière à captiver l'attention de tous. Et ce qui rehausse singulièrement l'intérêt du texte, c'est l'illustration somptueuse dont il est accompagné, illustration d'après nature empruntée pour une grande partie aux collections personnelles de M. Faideau et de quelques explorateurs français comme MM. Alluaud, Chevallier, Diguet, etc., et planches en couleur (plantes diverses et cartes des flores et des cultures) d'un remarquable coloris.

Ce bel ouvrage fait grand honneur à la science et à l'édition françaises; il contribuera à développer le goût des choses de la Botanique dans un cercle de lecteurs que nous lui souhaitons des plus étendus.

L. Delphin.

4° Sciences médicales

Dejust (L. H.), *Préparateur à l'Institut Pasteur.* — **Examen critique de l'Homœopathie.** *Préface de* M. G. Bertrand. — 1 *vol. in-8° de* 96 *p.* (*Prix :* 7 *fr.*). *Vigot frères, éditeurs, Paris,* 1922.

M. Dejust a, en un court mais substantiel volume, fait, en même temps qu'une critique sévère, un judicieux exposé de l'Homœopathie. Cette question, généralement confuse dans l'esprit d'un médecin allopathe, paraît tout à fait claire quand on a lu ce livre. L'auteur y expose d'abord la genèse de l'homœopathie, depuis Hahnemann, le fondateur, jusqu'aux auteurs modernes. Basée sur les deux principes de similitude et de posologie, l'homœopathie est beaucoup plus une religion pour ses adeptes qu'une science véritable. En effet, comme le montre bien Dejust, il n'y a pas d'expériences scientifiques à la base des théories d'Hahnemann, et les essais qui ont été tentés récemment en Amérique manquent vraiment de tout contrôle. En un mot, quand on arrive à la fin de ce volume, il faut penser que pour être homœopathe soit comme thérapeute, soit comme patient, il faut avoir la foi : la foi comme l'avait Hahnemann lui même quand il affirma : le Tout-Puissant, en créant l'Homœopathie...

Dr Galliot.

Bénon (R.). — **Eléments de Pathologie mentale. Clinique et médecine légale.** *Préface du Professeur* Balthazard. — 1 *vol. in-16 de* 242 *pages* (*Prix :* 6 *francs*). *G. Doin, éditeur, Paris,* 1922.

Ce petit livre contient sous une forme extrêmement condensée tout ce que le praticien a besoin de savoir en Pathologie mentale. L'auteur a recherché la concision pour faire tenir dans un minimum de pages une description aussi précise que possible, un résumé complet de tous les symptômes, syndromes et types cliniques de la psychiatrie.

Il en résulte que c'est plutôt un aide-mémoire qu'un livre de lecture courante. Tel qu'il est, ce livre rendra de grands services à ceux qui reculent devant des ouvrages plus étendus.

Dr P. Chavigny,
Professeur à la Faculté de Médecine de Strasbourg.

ACADÉMIES ET SOCIÉTÉS SAVANTES

DE LA FRANCE ET DE L'ÉTRANGER

ACADÉMIE DES SCIENCES DE PARIS

Séance du 13 Novembre 1922

1° Sciences mathématiques. — M. **Paul Lévy**: *Sur la détermination des lois de probabilité par leurs fonctions caractéristiques.* — M. **van der Corput**: *Sur quelques approximations nouvelles.* — M. **W. Sierpinski** : *Sur l'existence de toutes les classes d'ensembles mesurables* (B). — M. **P. Fatou** : *Sur les fonctions méromorphes de deux variables.* — M. **Luc Picart** : *Statistique des étoiles faibles dans une région limitée de la Voie lactée.* D'après les recherches de l'auteur, dans la région de la carte du ciel n° 149, il y a une condensation des étoiles vers la 13e-14e magnitude, raréfaction vers la 15e magnitude, suivie d'une nouvelle condensation relative et d'une raréfaction nette vers la 17e magnitude; cette conclusion appuierait l'hypothèse, souvent émise, que la Voie lactée représente, dans son ensemble, une nébuleuse spirale.

2° Sciences physiques. — M. **A. Perot** : *Sur un procédé rapide de détermination des éléments du magnétisme terrestre.* Le principe de l'appareil de l'auteur repose sur l'existence de courants d'induction dans une bobine mise en rotation dans le champ terrestre, et sur l'annulation de ces courants par la production d'un champ magnétique convenable, opposé au champ terrestre, et dû à deux bobines rectangulaires. — M. **L. Décombe** : *Calcul du moment magnétique d'un astre à partir de son moment d'inertie axial, de sa durée de rotation sidérale et de la constante universelle de la gravitation.* L'auteur arrive, pour le moment magnétique des planètes dont la durée de révolution est connue, aux valeurs suivantes, la terre étant prise égale à 1 : Soleil, 15.10^7; Lune, 33.10^{-6}; Mars 3.10^{-2}; Jupiter, 957.10^2; Saturne, 197.10^2. — M. **Ch. Menges** : *Sur le coefficient de Fresnel.* L'auteur montre que dans l'expérience de Fizeau il n'y a pas d'entraînement de l'éther; le résultat contraire provient d'une interprétation erronée de l'expérience. — M. **J. Cabannes** : *Polarisation et intensité de la lumière diffusée par les liquides transparents.* L'auteur montre que, lorsque le fluide est assez dense pour qu'interviennent les actions mutuelles des molécules, la lumière diffusée latéralement n'est jamais totalement polarisée, même dans le cas de molécules isotropes. — M. **E. Hjalmar** : *Recherches sur la série des rayons X.* — M. **P. Fleury** : *Sur un four à résistance de molybdène dans le vide.* Ce four, constitué par une spirale de molybdène à spires serrées, enroulée sur un support isolant très réfractaire et parcourue dans le vide par un courant électrique convenable, permet de réaliser une température dépassant 1.700°. — MM. **H. Fischer** et **D. Steiner** : *Les spectres d'absorption ultra-violets de la pyridine et de l'isoquinoléine.* — MM. **G. Chaudron** et **L. Blanc** : *Sur le dosage de l'oxygène dans les aciers.* Les auteurs ont reconnu que les réductions par le moyen d'un alliage donnent les mêmes résultats que par l'emploi de l'hydrogène seul. Toutefois, dans la réduction de mélanges fondus de fer et d'oxyde de Mn, la méthode de l'alliage ne permet pas de réduire l'oxyde de Mn dans des proportions supérieures à 2MnO pour 1.000 d'alliage. — M. **L. J. Simon** : *Neutralisation de l'acide tartrique en présence de chlorures métalliques. Zone neutre et tampon.*

3e Sciences naturelles. — M. **P. Loisel** : *Sur la radioactivité des sources de la région de Bagnoles-de-l'Orne et son rapport avec la structure géologique.* Les sources dont la teneur en émanation est la plus forte se groupent presque toutes suivant une ligne qui coïncide en moyenne avec un synclinal occupé par le grès de May. Au sud de cette ligne se trouve le groupe de Bagnoles, comprenant des sources émergeant du granit. Enfin plus au sud la radioactivité des sources diminue encore. — M. **J. B. Charcot** : *Sur l'étude géologique du fond de la Manche.* Description des opérations du *Pourquoi Pas?* qui, dans sa croisière de 1922, a ramené des échantillons du sol sous-marin en 64 stations. — M. **P. Vuillemin** : *Valeur morphologique des émergences antitropes. Mécanisme de leur production par déplacement desmonastique.* Les émergences ne sont pas des formations de valeur morphologique indéterminée. Du moins les foliettes antitropes des phyllomes, les lames antitropes des frondomes sont, non des formations nouvelles, mais des portions déplacées de membres antérieurement formés : elles ont nécessairement la même valeur morphologique que le membre dont elles proviennent. Le déplacement et l'antitropie ont pour cause la résistance opposée par les faisceaux, en un mot la desmonastie. — M. **R. Souèges** : *Embryogénie des Caryophyllacées. Les derniers stades du développement de l'embryon chez le* Sagina procumbens *L.* — M. **P. Bugnon** : *Sur la différenciation vasculaire basipète pour toutes les traces foliaires chez la Mercuriale.* D'après l'auteur, le sens basipète de la différenciation vasculaire dans l'hypocotyle de cette plante s'explique très bien par la théorie du raccord, sans qu'il soit nécessaire de faire intervenir la théorie de l'accélération basifuge de M. Chauveaud. — M. **J. Bouget** : *Sur les variations de coloration des fleurs réalisées expérimentalement à haute altitude.* Les expériences de l'auteur montrent l'influence très grande sur la coloration des fleurs : 1° du milieu qui entoure la plante pendant la floraison ; 2° de l'énergie que la plante reçoit du soleil pendant ce temps. — M. **G. L. Funke** : *Sur les pousses supplémentaires estivales.* Au point de vue de la détermination de l'âge des arbres par le nombre des couches ligneuses secondaires, la production de pousses supplémentaires en été ne fournit généralement pas une cause d'erreur, car, sauf chez quelques espèces, la formation ligneuse qui en résulte s'ajoute d'une façon assez continue aux productions normales. — M. **St. Jonesco** : *Les pigments anthocyaniques et les phloba-*

tanins chez les végétaux. L'auteur distingue dans les pigments colorés des végétaux : 1° des anthocyanines, rouges à bleues, qui ne passent pas dans l'alcool amylique; des anthocyanidines rouges, qui passent facilement dans l'alcool amylique; des leuco-anthocyanidines jaunâtres, qui y passent aussi et qui, par chauffage avec HCl, se transforment en une anthocyanidine. A côté de ces pigments se trouve une substance incolore, de nature tannique. — MM. **Ed. Chatton** et **A. Lwoff** : *Sur l'évolution des infusoires des Lamellibranches. Le genre* Pelecyophrya, *intermédiaire entre les Hypocomidés et les Sphénophryidés. Bourgeonnement et conjugaison.* — **M. A. Labbé** : *La distribution des animaux des marais salants dans ses rapports avec la concentration en ions hydrogène.* L'ascension de la courbe d'alcalinité dans les marais salants arrête la faune halophile, et dans les compartiments suivants les faunes halobies s'étagent suivant le milieu qui leur convient le mieux. — MM. **A. Pézard** et **F. Caridroit** : *L'hérédité « sex-linked » chez les Gallinacés. Interprétation fondée sur l'existence de la forme neutre et sur les propriétés de l'hormone ovarienne.* L'hérédité « sex-linked » des Gallinacés apparaît comme la conséquence d'une hérédité physiologique maternelle directe qui, en introduisant une action empêchante, permet l'extériorisation du caractère opposé. — M. **L. Berger** : *Sur l'existence de glandes sympathicotropes dans l'ovaire et le testicule humains; leurs rapports avec la glande intersticielle du testicule.* Les organes sympathicotropes du hile de l'ovaire sont les homologues des amas cellulaires localisés dans les nerfs sympathiques du hile testiculaire et de l'albuginée ou au voisinage de ces nerfs. Les amas paranerveux du testicule se continuent avec les éléments intersticiels. — Mme **M. Phisalix** : *Hérisson et virus rabique.* L'organisme du hérisson, s'il ne jouit pas d'une haute immunité, se défend néanmoins assez bien contre le virus rabique et semble capable de le détruire ou, tout au moins, de l'atténuer.

Séance du 20 *Novembre* 1922

M. le Président annonce à l'Académie le décès de **M. G. Lemoine**, membre de la Section de Chimie. — **M. C. Camichel** est élu Correspondant pour la Section de Mécanique.

1° Sciences mathématiques. — M. **S. Bays** : *Sur les systèmes cycliques de triples de Steiner.* — M. **A. Myller** : *Surfaces réglées remarquables passant par une courbe donnée.* — M. **P. Mentré** : *Sur les complexes qui présentent, sur toutes leurs droites, des singularités projectives du 2e ordre infinitésimal.* — M. **H. Roussilhe** : *Résultats obtenus en* 1921 *et* 1922 *par l'application de la photographie aérienne aux levés de précision à grande échelle.* Un levé photographique, exécuté dans les conditions normales d'emploi de l'appareil de photorestitution de l'auteur, donne un résultat plus précis qu'un levé topographique rédigé à la même échelle avec le maximum de précision.

2° Sciences physiques. — M. **M. Brillouin** : *Gravitation einsteinienne et gravitation newtonienne.* D'après l'auteur, les critiques de M. Le Roux à ce sujet (voir p. 663) sont dépourvues de tout fondement. — M. **C. Raveau** : *La loi d'entraînement de l'éther de Fresnel.* L'auteur donne une nouvelle démonstration de la formule de Fresnel, indépendante de toute relativité du temps et de l'espace. — M. **Emm. Dubois** : *Sur le potentiel minimum de décharge électrique dans les gaz aux basses pressions.* L'auteur montre que la plus grande partie des variations singulières de ce potentiel minimum doit être attribuée à la présence de substances salines couvrant les électrodes. — M. **L. Bouchet** : *Electromètre absolu plan-cylindre.* Cet électromètre peut servir à mesurer, en valeur absolue, des différences de potentiel atteignant 60 unités électrostatiques. — M. **G. Déjardin** : *Sur l'excitation du spectre du mercure. Influence de l'hélium.* — MM. **E. Mathias, C. A. Crommelin** et **H. K. Onnes** : *Le diamètre rectiligne du néon.* Le néon obéit à la loi du diamètre rectiligne, avec une petite déformation au voisinage du point critique. — M. **P. Lafon** : *Sur les anomalies de dilatation des verres.* L'auteur a observé dans la dilatation des verres une anomalie correspondant à une diminution de la dilatation, irréversible et due au recuit du verre, et une autre correspondant à une augmentation de la dilatation, avant d'atteindre le point d'affaissement, réversible, due à une transformation allotropique de la silice amorphe. — M. **A. Portevin** : *La réduction et la disparition des efforts internes dans les aciers, par réchauffage suivi de refroidissement lent.* On peut arriver, par des revenus à basse température, à atténuer les efforts internes dans les aciers, tout en conservant la haute dureté acquise par la trempe. — MM. **A. Kling** et **D. Florentin** : *Sur une sulfatation spontanée des pierres calcaires dans les centres urbains.* Des analyses chimiques de calcaires altérés de monuments ont montré que l'altération subie par le calcaire correspondait à une sulfatation. L'acide sulfurique provient de l'atmosphère où il se forme par oxydation de SO^2 provenant de la combustion des houilles. — MM. **Tiffeneau** et **Orékhoff** : *Sur la transposition semipinacolique des alcoylhydrobenzoïnes; influence des radicaux alcoylés.* Dans certaines conditions, suivant la nature des radicaux alcoylés substituants et suivant la qualité du réactif déshydratant, l'OH secondaire des alcoylhydrobenzoïnes peut, contrairement à la règle générale, devenir moins stable que l'OH tertiaire. — M. **R. Delaby** : *Sur les alcoylglycérines. Préparation des vinylalcoylcarbinols.* L'auteur a obtenu les vinylalcoylcarbinols par condensation des composés organomagnésiens avec l'acroléine. — M. **E. Grandmougin** : *Les acylaminoanthraquinones comme couleurs à cuve.* Dès que l'on introduit des groupes acylés dans les aminoanthraquinones, l'affinité du leuco pour la fibre se manifeste à des degrés différents selon la grandeur et la nature du radical substitué dans le groupe amidé. — M. **P. Gaubert** : *Action de la chaleur sur les sphérolites à enroulement hélicoïdal.* La chaleur peut modifier la structure et les propriétés optiques d'un édifice à enroulement hélicoïdal, modifications pouvant accentuer les caractères de ce dernier.

3° Sciences naturelles. — M. **P. Termier** : *Sur la structure des Alpes orientales; fenêtre des Tauern et zone des racines.* L'auteur communique l'état actuel des

observations faites par lui et par divers géologues autrichiens sur la structure des Alpes orientales. — M. **H. Joly** : *Note préliminaire sur l'allure générale et l'âge des plissements de la chaîne celtibérique.* La chaîne celtibérique, série d'anticlinaux et de synclinaux parallèles, a vu de grandes périodes de plissements : une hercynienne, une pyrénéenne, cette dernière en deux étapes, et plusieurs mouvements transgressifs et régressifs amenant notamment, aux confins des deux provinces de Soria et de Saragosse, une émersion jurassique, suivie d'un régime de lagunes, d'estuaires et de mer ouverte durant le Crétacé. — M. **Teilhard** : *Sur une faune de Mammifères pontiens provenant de la Chine septentrionale.* La faune trouvée à K'ing-Yang-Fou est nettement pontienne et manifeste des affinités avec les faunes analogues de Perse et d'Europe plutôt qu'avec celles de l'Inde. — M. **V. Van Straelen** : *Les Crustacés décapodes du Callovien de la Voulte-sur-Rhône (Ardèche).* Dès le Callovien, les trois grands groupes de *Natantia* sont constitués. Parmi les *Eryonidea*, il importe de souligner l'existence de formes voisines des types actuels, dès la base du Malm. — M. **L. Daniel** : *Hyperbioses de Soleil et de Topinambour.* L'étude de ces hyperbioses ou surgreffes montre que, si l'on n'observe pas l'inuline dans le Soleil greffé avec le Topinambour, cela ne veut pas dire que le Soleil n'utilise pas cette substance sous une autre forme. — M. **M. Lenoir** : *Les nucléoles pendant la prophase de la cinèse II du sac embryonnaire de* Fritillaria imperialis *L.* Des observations de l'auteur, il ressort que : 1° la substance des nucléoles passe sans modification apparente dans le filament spirématique par une sorte d'aspiration ; 2° entre le commencement du phénomène d'aspiration et la constitution des chromosomes parfaits se trouve une période pendant laquelle s'établit l'équilibre entre les deux substances chromatiques : celle du réseau et celle des nucléoles. — M. **Mascré** : *Sur l'étamine des Borraginées.* Comme chez les Solanées, le développement de l'étamine présente, chez les Borraginées, trois phases successives : différenciation, élaboration ou sécrétion, dégénérescence. Il appartient nettement au type des tapis dits *sécréteurs*, par opposition au type plasmodial, longtemps considéré comme dominant chez les Angiospermes. — Mlle **M. Braecke** : *Sur la présence d'aucubine et de mélampyrite dans plusieurs espèces de Mélampyres.* — M. **P. Lesage** : *Action comparée de la sylvinite et de ses composants sur les premiers développements des plantes.* Le mélange des 4 sels qui constituent la sylvinite est plus favorable que chacun d'eux pris isolément, mais il est aussi moins favorable que la sylvinite même. — M. **J. Stoklasa** : *Sur la respiration des racines.* Les racines des plantes pullulantes (sauvages) respirent plus activement que celles des plantes cultivées. L'emploi d'air radioactif accroît encore l'intensité des phénomènes respiratoires, et nulle part on n'a trouvé, parmi les produits de sécrétion, d'autre acide, organique ou minéral, que CO^2. — MM. **A. Goris** et **P. Costy** : *Sur l'uréase et l'urée chez les Champignons.* Quel que soit le genre auquel on s'adresse, l'organe reproducteur est toujours le plus riche en uréase. Parmi les divers genres, c'est le genre *Boletus* qui a le suc doué de la plus forte activité diastasique. — MM. **L. Léger** et **A. Ch. Hollande** : *Coccidie de l'intestin de l'anguille.* — M. **L. Joubin** : *Distribution géographique de quelques coraux abyssaux dans les mers occidentales européennes.* En général, les bancs de coraux abyssaux suivent régulièrement l'isobathe de 200 m. qui marque approximativement le bord du plateau continental; c'est là qu'ils commencent et qu'ils sont abondants. — M. **L. M. Betancès** : *Quelques précisions sur la morphogenèse de la cellule hématique.* Les observations de l'auteur infirment les opinions généralement admises sur la morphogenèse de la cellule hématique des Vertébrés.

SOCIÉTÉ CHIMIQUE DE FRANCE

Séance du 10 *Novembre* 1922

M. **René Dubrisay** : *Sur l'étude physico-chimique des réactions en solution.* L'auteur répond d'abord à une critique adressée par MM. Cornec et Fauque à ses récents travaux. Dans l'application de la méthode basée sur l'observation des phénomènes de miscibilité, MM. Cornec et Fauque ont, pour l'étude de la formation des sels doubles en solution, fait varier simultanément la concentration commune des solutions mères et le rapport des volumes de la solution concentrée de phénol au volume de la solution bisaline. M. Dubrisay fait remarquer que, si théoriquement la chose est légitime, en fait il ne faut pas oublier que la température de trouble ne peut être déterminée avec précision que si l'on n'est pas trop éloigné de l'état critique des deux liquides partiellement miscibles. En reprenant l'étude du système KCl-NaCl dans les mêmes conditions que MM. Cornec et Fauque, M. Dubrisay a observé une concordance satisfaisante entre les températures de trouble observées et les températures calculées par la règle des mélanges, sauf dans deux cas où ces écarts ont atteint 0°,3 et 0°,4 ; mais les rapports des volumes de la solution de phénol et de la solution bi-saline mis en présence étaient alors 0,1 et 0,2 alors que l'état critique de dissolution pour le système eau-phénol correspond à une concentration d'environ 40 % de phénol. Les écarts signalés par MM. Cornec et Fauque et retrouvés par M. Dubrisay peuvent donc être attribués à l'imprécision des mesures dans certaines conditions. Il faut d'ailleurs bien se rappeler que la règle des mélanges et par suite la règle du maximum ne sont pas rigoureusement exactes, et que, quelle que soit la méthode physico-chimique employée, on peut toujours observer des anomalies dans l'application de ces règles. Il convient donc d'être prudent dans les conclusions tirées de semblables recherches, et surtout de multiplier les méthodes d'investigation mises en œuvre. Une interprétation a d'autant plus de chances d'être exacte qu'elle coordonne un plus grand nombre de résultats différents. En terminant, M. Dubrisay résume l'étude qu'il a faite du système acide borique-soude-mannite en déterminant simultanément la température de miscibilité avec le phénol, le pouvoir rotatoire et la tension superficielle des solutions. — MM. **Ch. Mou-**

reu et **M. Dufraisse** : *Les altérations de l'acroléine et les antioxygènes.*

SOCIÉTÉ DE BIOLOGIE

Séance du 4 Novembre 1922 (fin)

M. A. Luquet : *Sur la toxicité d'un glucoside arsenical.* Le diglucoside-dioxydiaminoarsénobenzol paraît être, en injection intra-veineuse, et à teneur égale en arsenic, environ deux fois moins toxique que le dérivé méthylène-sulfoxylate de soude. — **MM. M. Labbé et F. Nepveux** : *L'excrétion azotée dans le jeûne.* Le métabolisme azoté dans le jeûne ne se réduit que d'un quart quand le métabolisme total s'est réduit de plus de moitié.

Séance du 11 Novembre 1922

M. J. Valtis : *Pouvoir antigène des bacilles paratuberculeux dans la réaction de fixation de la tuberculose.* Les extraits méthyliques de bacilles paratuberculeux (fléole) présentent vis-à-vis des sérums de tuberculeux un pouvoir antigène comparable, au point de vue qualitatif, à celui des antigènes tuberculeux, mais quantitativement plus faible.

Séance du 18 Novembre 1922

M. P. Bru : *Sérums antisurrénaux corticaux et antisurrénaux médullaires.* L'auteur a préparé des antisérums avec les deux parties des capsules surrénales : tissu cortical et tissu médullaire. L'étude des propriétés de ces antisérums permet de dissocier le rôle physiologique des deux parties, la substance corticale ayant un rôle hypotenseur, tandis que la substance médullaire provoque l'élévation de la pression artérielle. — **M. E. Coulaud** : *Influence de l'irradiation du corps thyroïde sur les surrénales du lapin.* Cette irradiation à des doses capables de produire au niveau du corps thyroïde des modifications histologiques notables, détermine une hyperplasie corticale des surrénales avec augmentation de volume et de poids. — **MM. A. Clerc et C. Pezzi** : *Le mécanisme de l'accélération cardiaque par la quinine et les autres alcaloïdes dérivés du quinquina.* Cette accélération ne traduit nullement une paralysie du centre bulbaire du vague qui déclencherait indirectement l'action antagoniste des accélérateurs, mais est bien due à une excitation directe de ces derniers. — **M. J. Verne** : *Les granulations chromaffines des glandes salivaires postérieures des Céphalopodes.* Ces granulations sont à rapprocher de celles de la médullaire surrénale ; elles sont le support de la tyramine ou du moins le substratum de son élaboration. — **MM. M. Loeper et G. Marchal** : *Le rôle de la leucogenèse intragastrique dans la digestion des albumines.* La leucogenèse intragastrique provoquée par certains aliments, en particulier par le bouillon, répond à une nécessité physiologique : les leucocytes renforcent très notablement l'activité du mélange pepsine-HCl ; bien plus, ils peuvent, dans le complexe chlorhydropeptique, se substituer à la pepsine et jouer un rôle égal ou supérieur. — **MM. L. K. Wolff et J. W. Janzen** : *Action de divers antiseptiques sur le bactériophage de d'Hérelle.* Avec les antiseptiques employés, le bactériophage est rapidement inhibé par des quantités qui n'ont que peu d'action sur les bactéries ; dans ces conditions, les bactériophages ne sont pas détruits : ils sont à l'état de vie latente, et sous cet état offrent une résistance plus grande que celle de la bactérie. Une très faible quantité d'antiseptique peut favoriser l'action du bactériophage. Le bactériophage est susceptible de s'accoutumer à l'action des antiseptiques.

M. P. Harvier est élu membre titulaire de la Société.

Séance du 25 Novembre 1922

MM. C. Levaditi et S. Nicolau : *Herpès et encéphalite.* Le virus herpétique comporte un grand nombre de variétés à affinités ectodermotropes et neurotropes diverses. Ce virus doit être considéré comme une variété généralement moins virulente, au point de vue neurotrope, du germe de l'encéphalite léthargique. Il n'y a pas de rapport entre l'affinité ectodermotrope et neurotrope du virus herpétique, la première pouvant exister en l'absence de l'autre. — **MM. R. Weitz et A. Boulay** : *Essai pharmacologique d'un glucoside cardiotonique extrait du* Thevetia neriifolia. Ce glucoside se range dans le groupe pharmacologique de la strophantine et de l'ouabaïne. — **MM. R. Goiffon et F. Nepveux** : *L'indice différentiel de dissociation des acides organiques.* Les auteurs établissent un indice qualitatif des acides organiques en solution en appréciant le rapport existant entre leur masse mise en liberté à P_H 2,7 et celle qu'on libère de leurs sels à P_H 4. On peut se servir de cet indice pour caractériser acidimétriquement les jus de fruits et boissons. — **M. H. Bierry** : *Amylase pancréatique et ion Cl.* Les amylases pancréatique et intestinale, privées de sels par dialyse, sont inactives sur l'amidon et le glycogène ; la présence de l'ion Cl ou Br est indispensable pour que l'amylase puisse exercer son action. — **MM. H. Busquet et Ch. Vischniac** : *Présence d'un principe vasoconstricteur puissant dans le genêt à balai.* En soumettant le genêt à un traitement particulier, on obtient une préparation possédant un pouvoir vaso-constricteur très puissant, supérieur à celui du tissu surrénal et de l'ergot de seigle. Cette substance agit directement sur les muscles vasculaires sans intervention du système nerveux central. — **M. R. Feissly** : *Pathogénie des troubles de la coagulation du sang hémophilique.* La stabilité du plasma hémophilique peut être attribuée à la présence d'un stabilisateur doué de propriétés antithrombinogéniques. On peut, du reste, préparer par le chauffage à 56° une solution phosphatique privée de toute propriété sérozymique, qui ne possède plus que des propriétés stabilisantes.

Le Gérant : Gaston Doin.

Sté Gle d'Imp. et d'Ed., rue de la Bertauche, 1, Sens.

33e ANNÉE N° 24 30 DÉCEMBRE 1922

Revue générale des Sciences pures et appliquées

FONDATEUR : LOUIS OLIVIER

DIRECTEUR : J.-P. LANGLOIS, Professeur au Conservatoire national des Arts-et-Métiers, Membre de l'Académie de Médecine

Adresser tout ce qui concerne la rédaction à M. J.-P. LANGLOIS, 8, place de l'Odéon, Paris. — La reproduction et la traduction des œuvres et des travaux publiés dans la *Revue* sont complètement interdites en France et en pays étrangers y compris la Suède, la Norvège et la Hollande

CHRONIQUE ET CORRESPONDANCE

§ 1. — Distinctions scientifiques

Election à l'Académie des Sciences de Paris. — Dans la séance du 11 décembre, l'Académie a procédé à l'élection d'un membre dans sa Section de Médecine et Chirurgie, en remplacement de M. A. Laveran, décédé. La Section avait présenté la liste suivante de candidats : en première ligne M. A. Chauffard ; en seconde ligne, MM. A. Calmette et H. Vincent. Au premier tour de scrutin, M. Vincent a été élu par 41 voix sur 62 votants.

M. Vincent, qui est professeur au Val-de-Grâce, médecin inspecteur général de l'Armée et membre de l'Académie de Médecine, est surtout connu par ses recherches sur la vaccination contre la fièvre typhoïde, dont l'application a fait tomber presque à zéro la mortalité dans l'armée par ces redoutables affections au cours de la grande guerre.

Qu'il nous soit permis, à cette occasion, d'évoquer la mémoire du vieux sénateur Léon Labbé, qui, sous l'impulsion de M. Vincent, fit voter avant la guerre le principe de la vaccination antityphique obligatoire dans l'armée.

§ 2. — Nécrologie

Georges Lemoine. — La science française vient de faire une nouvelle perte en la personne de M. G. Lemoine, professeur à l'Ecole Polytechnique, inspecteur général des Ponts et Chaussées, membre de l'Académie des Sciences.

Parmi les travaux de Lemoine, ceux qui lui ont valu la plus grande notoriété sont relatifs à la Mécanique chimique. Au cours de recherches qui s'étendirent de 1874 à 1898, il étudia la dissociation de HI et fixa les lois qui régissent l'équilibre entre l'hydrogène et la vapeur d'iode. A la même conception se rattachent les travaux sur la dissociation du bromure d'amyle tertiaire ; il publia, d'autre part, dans l'*Encyclopédie chimique* de Frémy, un volume relatif aux équilibres chimiques, où il donne un exposé des connaissances que l'on possédait, vers 1880, sur cette importante question.

L'influence des radiations lumineuses sur les phénomènes chimiques attira également son attention, et à cet ordre d'idées se rattachent ses travaux sur les systèmes : acide oxalique-perchlorure de fer et acide oxalique-acide iodique, en solution aqueuse. On lui doit également des recherches sur la catalyse de l'eau oxygénée par les oxydes métalliques et par le charbon.

A côté de ces travaux essentiels, il convient de rappeler d'importantes études sur le sesquisulfure de phosphore et les sulfoxyphosphites, sur les transformations allotropiques du phosphore, sur la polymérisation du styrolène, sur les propriétés des chlorhydrates des méthyl- et éthyl-amines, et sur les carbures des pétroles américains.

§ 3. — Electricité industrielle

Les forces productrices de l'industrie électrique mondiale. — Le Dr F. Jastrow a récemment publié en Allemagne un ensemble de chiffres intéressants concernant la capacité productrice de l'industrie électrique mondiale ; bien que ces données soient basées sur des estimations que l'auteur lui-même reconnaît être sujettes à caution, elles valent de retenir l'attention, à titre d'éléments de comparaison.

D'après les relevés en question, la capacité produc-

trice mondiale de l'industrie électrotechnique était, avant la guerre, de 5 milliards environ par an (le chiffre exact que nous avons déduit des documents originaux est de 4.873 3/4; mais, vu l'incertitude inévitable des bases statistiques employées, nous préférons prendre un chiffre rond plus expressif).

Pendant la guerre, tous les pays, particulièrement ceux qui ne participèrent pas à la grande guerre ou qui n'y entrèrent qu'après quelque temps, ont augmenté leurs capacités de production, certains d'une façon considérable; quelques-uns ont continué dans la suite, quoique moins notablement; l'Allemagne est probablement parmi ceux-là.

D'après les données de Jastrow, l'augmentation des possibilités de production aurait été, de 1914 à ce jour (ou du moins jusqu'en 1919, époque depuis laquelle la situation ne s'est plus guère modifiée) de 30 °/, environ, ce qui porterait la capacité productrice mondiale à 6 1/2 milliards, en comptant les produits en valeurs 1914.

Aux Etats-Unis, l'accroissement a été considérable; il se chiffre à 50 °/o au moins (Jastrow pense que la capacité productrice de l'Amérique a en fait été doublée), ce qui, en valeurs brutes 1914, représente un accroissement de 1 milliard par an; à signaler aussi l'augmentation de capacité de production du Japon, 60 °/o, soit environ 75 millions par an.

Légère augmentation en Allemagne (10 °/o, soit plus de 150 millions), en France (50 millions), en Italie (12 1/2 millions), en Suisse (40 millions environ), etc., avec cette conséquence générale que, pour la plupart des pays européens, de la partie occidentale du moins, la production nationale couvre aujourd'hui les besoins locaux ou même la dépasse, tandis qu'il y avait pour beaucoup déficit autrefois.

L'accroissement de la production aux Etats-Unis désigne désormais ce pays pour l'exportation, et dans une mesure considérable; en supposant les mêmes besoins qu'en 1914, ce qui correspond à peu près à la réalité, la surproductivité mondiale actuelle est d'environ 1 1/2 milliard, dont 1 milliard environ rien que pour les Etats-Unis Nord-Américains.

Il est à prévoir dès lors, c'est la conclusion que M. Jastrow tire de son étude, que la compétition sur les marchés mondiaux sera très violente entre l'Amérique et l'Europe et que celle-ci devra chercher ses débouchés principaux en dehors des zones d'action qui sont géographiquement désignées pour la victoire des Etats-Unis.

L'Afrique du Sud et l'Extrême-Orient sembleraient d'après cela offrir le plus de perspectives pour nous; l'Amérique du Sud ne doit pas cependant être négligée; les possibilités y sont grandes et la situation commerciale des producteurs européens y est plus favorable que celle des Nord-Américains.

Pour le reste, c'est vers l'E[illegible] européen, vers la Sibérie, vers les régions de la [illegible]r Caspienne et du Lac Aral, mal appréciées encore bien que déjà très intéressantes, vers la Transcaucasie, vers l'Asie Mineure et vers le Continent noir que paraissent devoir se tendre surtout nos efforts.

Henri Marchand.

§ 4. — Géologie

La Géographie et la Géologie de l'Albanie moyenne. — La France a eu à administrer de 1916 à 1920 une partie de l'Albanie. Grâce à M. Jacques Bourcart, aujourd'hui Préparateur de Géographie physique à la Sorbonne, il restera comme témoignage de ce séjour de nos compatriotes dans une des parties les plus difficiles d'accès des Balkans, un monument scientifique, digne pendant de ceux jadis rédigés à la suite de l'Expédition de Morée par Boblaye et Virlet (1833). La géologie de l'Albanie elle-même avait d'ailleurs fait l'objet de travaux français, avant la publication de l'importante thèse de M. Bourcart [1] : tous les premiers écrits sur la constitution du sol de cette contrée, une vingtaine de notes environ, sont dus, en effet, à Ami Boué, à Virlet, à Viquesnel, à Coquand (1834-1867).

Grâce à ses fonctions de Directeur des Services civils des Confins albanais, M. Bourcart put, sous l'uniforme de médecin aide-major, parcourir en détail le territoire que nous administrions dans l'Ouest balkanique : parlant toutes les langues en usage en Orient, ayant acquis une éducation de topographe suffisante pour donner au levé de ses itinéraires toute la précision désirable, notre jeune et distingué confrère a pu assurer ainsi à son œuvre un caractère très général : stratigraphie, tectonique, hydrographie, géomorphogénie régionale, géobotanique, anthropogéographie, sont tour à tour développées avec un remarquable sens analytique, dans un livre bien présenté et d'une lecture agréable.

L'Albanie moyenne est occupée par une grande nappe de charriage composée de calcaires crétacés et de roches vertes, qui ont recouvert le flysch éocène et oligocène. Par contre, le Miocène inférieur ne participe jamais à ces chevauchements. Effectués à la fin de l'Oligocène ou à l'extrême début du Miocène, ces déplacements tangentiels ont eu pour théâtre le sous-sol du géosynclinal adriatique. La nappe de l'Albanie moyenne ondule en grandes vagues, dont les parties convexes constituent les anticlinaux dinariques. Vers le NE, cette nappe s'intercale dans un puissant ensemble charrié ne comprenant pas moins de 4 éléments distincts, tous poussés du NE vers le SW; les plus élevés de ces éléments, restés au cours de la progression en arrière des plus inférieurs, ont déterminé la disposition en coulisse caractéristique des lignes de relief de l'Albanie. Vers le SW, ces éléments chevauchent une série imbriquée dont les écailles s'empilent du Pinde à Tirana.

Plus peut-être que partout en Europe, les pays sont en Albanie des régions naturelles, des unités géologiques et géomorphologiques où la rareté et la difficulté des communications ont créé une localisation extraordinairement accusée des conditions de vie : caractères géologiques, géomorphologiques, géobotaniques, anthropogéographiques, sont tous ici en étroite dépendance les uns des autres et ne sauraient être envisagés isolément.

La monographie si pleine de faits et d'idées générales

1. Les Confins albanais administrés par la France, in-8° de 307 p., avec 1 carte géol. en couleurs au 1/200.000. *Revue de Géographie annuelle*, 1922.

de M. Bourcart inaugure avec beaucoup de succès la série des thèses de Géographie physique préparées au Laboratoire de la Sorbonne que dirige M. Louis Gentil. Elle marque une évolution très caractérisée de l'étude du modelé du sol dans le sens d'une subordination de plus en plus étroite de la géomorphologie à la géologie; de cette évolution, les effets se feront certainement sentir comme une heureuse influence sur les travaux des géographes de toutes les écoles : nul doute que les précieux documents que rapportera M. Bourcart de sa mission actuelle dans le Sahara central ne démontrent une fois de plus la nécessité pour tout explorateur d'avoir, comme base de son éducation scientifique, des connaissances géologiques étendues.

L. Joleaud.

§ 5. — Géographie et Colonisation

La standarisation des produits coloniaux d'exportation. — Une des conditions essentielles pour accroître l'exportation de nos colonies, et particulièrement en France, c'est d'améliorer les méthodes de préparation ou de présentation des marchandises exportées, et d'éviter surtout l'expédition de celles qui — dépréciées pour leur qualité inférieure — exercent dans les marchés une influence répulsive sur tous les envois de même origine. Des essais dans cette voie ont eu lieu à Madagascar et méritent qu'on les imite ailleurs[1].

D'accord avec les Chambres de Commerce françaises de l'île, le Gouverneur général a créé, par arrêté du 2 décembre 1921, auprès de ces institutions, des experts assermentés, chargés de l'étalonnage et de l'estampillage des produits d'exportation. Sur l'initiative de la Chambre de Commerce de Tananarive, un règlement a fixé les formalités d'étalonnage, d'expertise et d'estampillage des riz de la région. La Chambre de Commerce de Tamatave a demandé à son agence de Paris les renseignements concernant les exigences du commerce métropolitain concernant les denrées coloniales, telles que café, cacao, vanille, etc. A Tulear et à Morondava, on va standariser le pois du Cap, un des principaux produits d'exportation de la côte Sud-Ouest.

Ces mesures seront complétées par une sélection aussi complète que possible des semences employées, de façon à arriver à produire exactement le produit standarisé. La culture indigène devra être dirigée dans cette voie; c'est déjà chose faite pour les riz des régions de Tananarive et de Fianarantsoa, où les indigènes ont très bien compris les avantages pratiques de cette transformation.

Dans l'ordre industriel, des essais ont été faits pour standariser le saindoux; on n'a pas encore réussi, mais la question reste à l'étude. Par contre, le graphite, qui doit lutter contre la concurrence de celui de Ceylan, dont le marché est très bien organisé à Londres, vient de faire l'objet d'un arrêté qui réglemente à la sortie le plombage et l'estampillage des sacs de ce minéral, et fixe les caractéristiques officielles d'un type commercial, le « Graphite Standart Madagascar I ».

Cette organisation simple et pratique va être complétée par la création de laboratoires de recherches scientifiques et d'analyses qui formeront en quelque sorte l'Institut scientifique de la Colonisation, où celle-ci pourra puiser les enseignements indispensables au développement de son activité, tant dans le domaine de l'agriculture que dans celui de l'exploitation des richesses du sous-sol.

Pierre Clerget.

1. *Bulletin économique de Madagascar*, n° 4, 1921, p. 273-284.

Les pays exportateurs de riz[1]. — De tous les pays asiatiques producteurs de riz, la péninsule indochinoise est le seul qui produise plus qu'il ne consomme et où l'exportation trouve un disponible important. Les trois Etats qui l'occupent : la Birmanie, l'Indochine française et le Siam sont les greniers où viennent puiser les grands foyers de population constitués par la Chine, le Japon, Java et l'Inde.

De 1911 à 1920, ces trois pays ont pu exporter plus de 39 millions de tonnes de riz, dont 20 millions en Asie et 19 millions achetés directement par l'Europe, l'Afrique et l'Amérique. La part de la Birmanie s'est élevée à 46,8 %, celle de l'Indochine française à 31,3 % et celle du Siam à 21,9 %.

Le riz destiné à l'Asie est en grande partie rassemblé dans les entrepôts des deux grands ports francs de Hong-Kong et de Singapour, qui ont attiré chacun respectivement 43,6 et 26,7 % du total; viennent ensuite les Indes néerlandaises avec 11,8 %, le Japon avec 10,8 %, les Philippines 5 %, la Chine 2,1 %, etc.

Parmi les fournisseurs de l'Asie, c'est l'Indochine française qui vient au premier rang avec 48,2 %, puis le Siam 36 %, et la Birmanie 15,8 %. L'Indochine approvisionne surtout Hong-Kong pour 5.229.886 T. (période 1911-1920); Singapour pour 1.390.046 T; les Indes néerlandaises, 1.021.444 T ; les Philippines, 957.520 T; le Japon, 814.436 T; la Chine, 356.778 T. Les exportations du Siam ont été dirigées presque entièrement sur Singapour et Hong-Kong; celles de la Birmanie sont allées par ordre d'importance sur les Indes néerlandaises, le Japon, Hong-Kong, la Chine et les Philippines.

En ce qui concerne les exportations sur l'Europe, l'Afrique et l'Amérique, c'est la Birmanie qui a alimenté presque tout ce commerce, par ses ports de Rangoun et de Moulmein ; sa part est de 83 %, soit 15.679.209 T.; celle de l'Indochine s'élève à 2.552.733 T, — dont 1.953.747 T. à destination de la France et de ses colonies, — et celle du Siam est de 866.882 T.

P. C.

1. *Bulletin économique de l'Indochine*, n° 154, mai-juin 1922, p. 358-359.

LE XIIIe CONGRÈS GÉOLOGIQUE INTERNATIONAL

(SESSION DE BRUXELLES, 1922)

Les géologues se réunissent habituellement en Congrès international tous les trois ou quatre ans dans la capitale d'un État. La première session s'est tenue à Paris en 1878, et depuis les assemblées successives ont siégé à Bologne (1881), Berlin (1885), Londres (1888), Washington (1891), Zurich (1894), Saint-Pétersbourg (1897), Paris (1900), Vienne (1903), Mexico (1906), Stockholm (1910), Toronto (1913). Il a été rendu compte ici même, dans des articles spéciaux, du VIIIe congrès (Paris, 1900) par M. Ph. Glangeaud [1], du Xe congrès (Mexico) et du XIe (Stockholm) par M. Albert Offret [2], du XIIe (Toronto) par M. A. Bigot [3].

A Toronto, il avait été décidé que la réunion suivante aurait lieu à Bruxelles en 1916. La Grande Guerre est venue modifier complètement ce projet et apporter de profonds changements dans les relations internationales. Sur l'initiative des Sociétés Géologiques de Paris et de Londres, et grâce au concours des personnalités canadiennes qui avaient dirigé le dernier congrès, une commission fut constituée en 1920, en vue de renouer la tradition interrompue par la crise mondiale. Il fut décidé que la XIIIe session du Congrès Géologique international se tiendrait à Bruxelles en 1922.

En raison des circonstances politiques et surtout du lieu où était convoqué le congrès, les invitations officielles furent limitées aux États alliés ou neutres. A peu près tous les pays invités répondirent favorablement et envoyèrent des délégués à Bruxelles. 29 états ou colonies furent ainsi représentés par un plus ou moins grand nombre de personnalités scientifiques. Les délégations les plus nombreuses étaient celles de la Belgique, du Canada, des États-Unis, de la France et de la Grande-Bretagne. Certains pays qui, pour des causes diverses, ne figuraient pas officiellement au congrès, avaient néanmoins plusieurs de leurs nationaux présents en Belgique.

La prochaine session (XIVe) se tiendra dans trois ou quatre ans à Madrid et il est dans les intentions des géologues espagnols d'inviter à cette assemblée tous les États, y compris l'Allemagne, l'Autriche et la Russie, de façon à assurer complètement le caractère international de cette réunion.

Peu de congrès groupant des personnalités de pays variés se sont ainsi tenus depuis la Grande Guerre, et il était à craindre qu'à la suite du bouleversement économique dont les conséquences se font si vivement ressentir en Europe, les adhésions reçues à Bruxelles ne soient pas très nombreuses. Les faits ont montré que ces appréhensions étaient injustifiées : plus de 500 savants ont répondu aux efforts faits par les géologues belges pour organiser des excursions et des séances dignes de l'activité scientifique, industrielle et coloniale de leur royaume. Et nombreux furent parmi les membres du congrès ceux qui participèrent effectivement à la session [1].

***

I. — Excursions géologiques en Belgique.

Le programme comprenait, comme il est d'usage depuis 1897 dans les Congrès Géologiques internationaux, toute une série d'excursions, les unes devant avoir lieu avant la session, les autres après la clôture.

Une première excursion dirigée par MM. Lohest et P. Fourmarier, les distingués professeurs de l'Université de Liége, avait pour but de faire connaître les traits essentiels de la constitution géologique de la partie orientale de la Belgique, notamment la stratigraphie générale des formations sédimentaires, depuis le Cambrien jusqu'au Quaternaire, les variations de faciès des terrains paléozoïques, les transgressions et les régressions qui ont marqué les époques successives de l'évolution du sol belge, enfin les caractères les plus frappants de la tectonique du pays.

La traversée centrale de la Belgique par la vallée de la Meuse et ses affluents de la rive gauche a fait l'objet d'une excursion conduite par MM. F. Kaisin, professeur à l'Université de Louvain, Eug. Mailleux, conservateur du Musée de Bruxelles, et Et. Asselbergs, professeur à l'Institut agronomique de Gand. Une étude minutieuse

1. *Revue générale des Sciences pures et appliquées*, 12e année, n° 20, 30 octobre 1901, p. 914-922.

2. *Id.*, 18e année, n° 12, 30 juin 1907, p. 502-508 et 22e année, n° 9, 15 mai 1911, p. 359-373.

3. *Id.*, 25e année, n° 9, 15 mai 1914, p. 479-488.

1. Etant donnée l'importance de leurs communications, dont la plupart ont été résumées ci-après, le compte rendu du Congrès remplacera, en fait, la « Revue de Géologie » que nous n'avons pu donner cette année.

(N. de la Réd.)

de la série primaire et de sa tectonique a permis de se rendre compte des changements géographiques, de la richesse en organismes et des mouvements orogéniques qui ont marqué les temps paléozoïques.

Les terrains tertiaires ont été examinés en détail pendant toute une semaine par les congressistes, guidés par notre compatriote M. Maurice Leriche, professeur à l'Université de Bruxelles. Grâce au dévouement de notre collègue pour la cause française, l'École stratigraphique des Gosselet et des Munier-Chalmas est aujourd'hui représentée dans l'Enseignement supérieur belge. A sa profonde science, notre ami joint une grande affabilité que n'oublieront pas tous ceux de nos compatriotes venus au congrès de Belgique.

Enfin des visites de carrières, plus spécialement destinées aux congressistes s'intéressant aux applications des sciences, ont permis l'étude géologique des matériaux de construction extraits du sol belge ; elles avaient été organisées par MM. C. Camerman, ingénieur des Mines, et M. E. Halet, professeur à l'Institut agronomique de Gembloux.

Pendant la durée de la session eurent lieu diverses courses de moindre importance.

Une première excursion après le Congrès fut consacrée à l'examen des formations crétacées et tertiaires des environs de Mons, sous la direction de M. Jules Cornet, professeur à l'École des Mines du Hainaut.

M. P. Fourmarier se chargea de donner une vue générale de la tectonique des terrains paléozoïques. Le charriage qui a refoulé sur le synclinal de Namur toute la région méridionale de la Belgique put être fort bien étudié grâce à la profonde connaissance qu'a de cette question notre confrère de Liége. L'importante faille suivant laquelle s'est fait le chevauchement suit toute la bande de Silurien qui marque l'anticlinal de Condroz. Le phénomène se présente d'ailleurs comme fort complexe; l'étude comparative des faciès dans la fenêtre de Theux et dans les régions septentrionales a montré, en effet, que les terrains au sud du Houiller, dans la fenêtre elle-même, constituent une seconde nappe dont le rejet est probablement considérable. Le grand charriage belge est sans doute la dernière manifestation des efforts géodynamiques de la période hercynienne.

Les faciès du Dinantien (calcaire carbonifère de Belgique) ont fait l'objet de l'excursion dirigée, pour la région centrale, par M. Felix Kaisin et, pour les régions orientales, par M. Max Lohest.

Enfin M. Armand Renier, le distingué Chef du Service Géologique de Belgique, qui avait bien voulu assumer la lourde charge du Secrétariat général du Congrès, conduisit l'excursion dont le but était un examen stratigraphique détaillé du Westphalien belge, c'est-à-dire du terrain houiller qui constitue la plus précieuse des richesses naturelles du territoire de nos Alliés. L'abondante illustration graphique qui accompagne l'opuscule rédigé par M. Renier permet de se rendre compte du beau développement du Houiller, tel qu'il vient d'être révélé par les nombreux sondages profonds forés dans la Campine belge. L'enfouissement des couches productives du Carbonifère moyen sous des formations plus récentes est ici d'autant plus considérable que l'on s'avance davantage vers le nord : 6 sièges d'exploitation sont en préparation ou en activité dans la Campine; une seule mine, à Winterslag, y est actuellement en plein rendement.

Les horizons les plus constants dans le Westphalien belge sont les roches pétries de radicelles ou de *Stigmaria* sur lesquelles reposent les couches de houille : cependant ces sols de végétation offrent un caractère de localisation tel qu'ils ne semblent pas s'étendre à la Belgique tout entière. Les niveaux à faune marine, qui se trouvent généralement à la base d'une série de bancs pierreux d'assez grande puissance, sont localisés dans le centre des synclinaux, alors que, sur les bords des accidents tectoniques, fleurissait encore une végétation continentale : les couches de houille subordonnées à ces niveaux sont remarquables par leur teneur relativement élevée en soufre (2 à 5 %). Lorsque l'on a à faire à des couches à faune complètement marine (Céphalopodes notamment), la roche fossilifère et même la couche de houille sous-jacente sont épigénisées totalement ou partiellement en dolomie. Il y a là, je crois, des faits d'un haut intérêt général, susceptibles de nous éclairer sur bien des problèmes de stratigraphie dont l'interprétation laisse encore à désirer.

Les études minutieuses des géologues belges sur le terrain houiller de leur pays ont montré que les séries sont plus puissantes dans le centre des synclinaux que dans les aires anticlinales. Lorsque se formait le mur d'une couche de houille, c'est-à-dire ce sol de végétation continentale dont il a déjà été parlé, la profondeur d'eau n'était pas supérieure à 5 mètres; par la suite, le bassin de sédimentation s'approfondit par saccades sous l'influence de mouvements épirogéniques, dont l'action se manifeste d'une façon concordante avec celle des mouvements orogéniques ayant déterminé auparavant des

déformations du sol de la contrée. Cette permanence géographique des accidents tectoniques à travers les temps géologiques s'explique aisément au point de vue mécanique par l'expérience du flambage d'une plaque ondulée, flambage qui a pour première et principale conséquence une accentuation des gondolements déjà existants.

Pendant la session, des visites furent organisées dans les superbes musées d'Histoire Naturelle de Belgique. Les belles collections de Vertébrés et d'Invertébrés vivants et fossiles du Musée Royal de Bruxelles ont particulièrement retenu l'attention des congressistes. Leur conservateur, M. Louis Dollo, universellement connu pour ses travaux sur les Reptiles secondaires, a rassemblé à côté de remarquables séries de Cétacés cénozoïques fort bien disposées, de très nombreux squelettes de Mosasauriens de Belgique, formant le plus complet ensemble réuni sur cet ordre de Reptiles. Mais ce sont surtout les Iguanodons de Bernissart, admirablement groupés par ce paléontologiste, qui constituent le principal attrait des galeries du parc Léopold.

Découvert en 1877 dans le Hainaut, tout près de la frontière française, entre Mons et Tournai, à 350 mètres de profondeur, dans une crevasse du Houiller remplie par des dépôts terrestres du Crétacé inférieur, le gisement exploré pendant 3 ans fournit 29 squelettes d'Iguanodons; 10 d'entre eux, absolument complets et en parfait état de conservation, ont été dégagés et montés au Musée dans une attitude très vivante; les autres, dont une partie de l'ossature a seule été retrouvée, sont exposés dans la position où ils étaient enfouis au fond de la mine de Bernissart.

Aucun musée n'a encore pu reproduire aussi exactement les conditions naturelles d'un gisement fossilifère et je ne crois pas qu'un autre grand établissement scientifique possède ainsi plusieurs squelettes complets, reconstitués chacun à l'aide d'ossements d'un seul et même individu, sans adjonction de pièces moulées. Le Musée de Bruxelles recèle donc des richesses paléontologiques uniques au monde.

***

II. — Séances du congrès tenues a Bruxelles

Les séances du congrès se sont tenues du 10 au 19 août à Bruxelles dans le luxueux Palais mondial, qui se dresse au milieu du magnifique Parc du Cinquantenaire.

Une grande conférence publique de M. E. Argand eut lieu le 10 août au soir dans la salle de l'Union coloniale; devant un grand nombre d'auditeurs, le jeune maître de l'École géologique suisse fit revivre l'histoire des dislocations qui ont donné à l'Asie sa structure actuelle. Pour illustrer son brillant exposé, le distingué professeur de l'Université de Neuchâtel offrit aux congressistes la primeur d'une œuvre graphique à laquelle il se consacrait depuis plusieurs années, la Carte orogénique de l'Eurasie, synthèse aussi hardie que judicieuse du groupement des différents types de régions tectoniques qui ont participé à la formation de la moitié nord du Vieux Monde.

Neuf sujets avaient été mis à l'ordre du jour du congrès : la tectonique des régions à plissements hercyniens; la géologie de l'époque carbonifère; la tectonique de l'Asie; la géologie de l'Afrique; les relations entre les zones plissées et les zones effondrées; les rapports entre l'évolution géologique et paléontologique des deux hémisphères; la pétrographie des roches sédimentaires; la stratigraphie du quaternaire; la géologie du pétrole. Presque toutes ces questions ont fait l'objet de nombreuses communications dont je ne ferai que résumer ici les plus importantes.

§ 1. — La tectonique des régions à plissements hercyniens

La tectonique de régions hercyniennes très variées a été envisagée par les conférenciers : Belgique, Artois, Irlande, Armorique, Massif central français, Vosges, Harz, Bohême, Pologne, Alpes, Espagne, Grèce.

Belgique. — M. P. Fourmarier a démontré que le dernier stade des plissements hercyniens a été marqué par un grand charriage affectant depuis le territoire de l'Angleterre jusqu'à la plaine du Rhin : la dénomination de faille de charriage du Condroz devrait remplacer les appellations locales diverses données à cet accident. Le déplacement produit a été d'au moins 15 km. par rapport aux terrains renfermés dans la fenêtre de Theux; mais ceux-ci font eux-mêmes partie, comme je l'ai rappelé ci-dessus, d'une nappe inférieure ayant subi une translation vers le nord d'au moins 30 km. L'ampleur des phénomènes de charriage en Belgique et dans les régions voisines ne serait donc pas inférieure à 50 km.

Armorique et Irlande. — M. A. Bigot, professeur à l'Université de Caen, a fait voir que les synclinaux hercyniens de la région normande ont été affectés de déplacements horizontaux dus à des mouvements tangentiels : les lignes de contact anormal, qui limitent au nord ces accidents tectoniques, correspondent à la trace de plans de chevauchement plongeant au sud; leur

répétition à l'intérieur du pli indique une disposition imbriquée, où prédominent les suppressions de flancs septentrionaux. La régularité de contact du Précambrien et des terrains constituant le bord sud de ces synclinaux témoigne de l'enracinement de ceux-ci, qui ont été simplement entraînés dans la direction du nord, avec leur soubassement, par des poussées venues du sud. La courbe convexe vers le nord que dessine l'axe de ces dislocations est la résultante de la surimposition de plis armoricains ou du Cornouailles à axe WNW-ESE aux plis calédoniens ou du Léon orientés NE-SW et correspondant aux noyaux précambriens des îles Anglo-normandes, de la Hague et de l'Armorique sud-orientale. Ces résultats fort importants des études poursuivies dans les régions armoricaines par les géologues français concordent très exactement avec ceux obtenus par les géologues anglais, comme l'ont fait voir l'identité des conclusions formulées dans leurs communications au congrès par M. A. Bigot pour la Normandie et par M. G. A. J. Cole, professeur à l'Université de Dublin, pour le Sud de l'Irlande, où s'observent également des « thrust-planes » hercyniens et des déviations des dislocations armoricaines en plis NE-SW sous l'influence d'une tectonique préexistante remontant à la phase calédonienne.

Massif central et vallée du Rhône. — L'éminent directeur du Service Géologique de France, M. Pierre Termier, a entretenu le congrès des recherches qu'il poursuit depuis un certain nombre d'années déjà sur la tectonique du Plateau central français et de la moyenne vallée du Rhône, soit seul, soit en collaboration avec M. M. G. Friedel, P. Thiéry ou avec moi-même. L'imposante masse découpée dans les Altaïdes entre le Poitou et la Côte-d'Or a vu, à l'Oligocène, de profonds fossés, comparables à ceux qui accidentent l'Afrique orientale actuelle, se remplir d'eaux saumâtres, qui ont fait place, au Miocène, à des eaux douces, tandis que se manifestait déjà cette remarquable activité volcanique dont les temps quaternaires ont marqué la fin.

Plissé une première fois au milieu du Carbonifère (Westphalien), notre Massif central est alors le théâtre de grands charriages dont témoignent aujourd'hui des mylonites postdinantiennes et antestéphaniennes. Au milieu des synclinaux où sont actuellement conservés des fragments de ces nappes s'établirent plus tard les lacs de montagnes où s'accumulèrent par la suite les houilles stéphaniennes. Pendant le Permien se produit un nouveau plissement dont les mouvements ne sont pas partout synchroniques, mais qui a, comme effet général, le resserrement des bassins lacustres déjà partiellement ou totalement comblés ; localement, à Blanzy, au Creusot, de nouveaux charriages font chevaucher le Houiller ou l'Autunien par les grès rouges permiens. Enfin les mouvements qui ont entraîné les charriages alpins se sont répercutés jusque sur le bord est de la vieille pénéplaine, en donnant naissance à une série d'écailles d'âge aquitanien ayant glissé les unes sur les autres de l'est vers l'ouest, où elles atteignent le bassin houiller du Gard.

La nappe triasique de Suzette, le témoin le plus occidental que nous ayons reconnu du régime tectonique alpin, peut être d'origine briançonnaise : elle a, par sa progression vers l'ouest jusque près du Rhône, entre Valence et Avignon, déterminé le décollement, puis le glissement les unes sur les autres de toute une série d'écailles lenticulaires, où les roches dures sont devenues des mylonites ; ces imbrications se sont développées dans la série plissée des terrains secondaires et nummulitiques, y compris le Chattien à *Helix Ramondi*. Sur cette nappe s'avance transgressivement aujourd'hui le Burdigalien marin. Lorsqu'elles se sont formées, les écailles étaient sans doute horizontales et c'est à une surrection postérieure du Plateau central qu'elles doivent de plonger actuellement pour la plupart vers l'est ou le sud-est. Ce régime imbriqué a fini par atteindre les morts-terrains, puis le Houiller lui-même du bassin du Gard, où il a déterminé la superposition anormale du Stéphanien inférieur au Stéphanien supérieur.

Bohême. — M. R. Kettner, professeur à l'École polytechnique de Prague, a esquissé devant les congressistes l'histoire tectonique de la Bohême, où l'Algonkien a été intensivement disloqué avant le dépôt du Cambrien, du Silurien et du Dévonien. Ces derniers terrains n'ont été eux-mêmes plissés, dans cette partie de l'Europe centrale, que lors des mouvements varisques, après le Dévonien et avant le Carbonifère moyen. Trois phases ont marqué ici les étapes successives de la période hercynienne. La première et la plus importante s'est traduite par des plis NE-SW avec refoulements venant du NW et ascension du magma granitique dans les anticlinaux où se formaient des laccolithes d'orthogneiss, au milieu de sédiments anciens se transformant en schistes cristallins. Une seconde étape a été marquée par un refoulement latéral vers le NE, par conséquent en sens inverse du précédent : il en est résulté la naissance d'accidents transversaux NW-SE, en même temps que se formaient d'immenses masses granitiques, dont la

consolidation et le refroidissement furent accompagnés de nombreuses dislocations correspondant à une troisième phase orogénique.

Alpes. — Les études présentées au congrès sur la tectonique hercynienne des Aiguilles Rouges et du Mont Blanc ont comme point initial la distinction établie par M. Maurice Lugeon, le savant professeur de l'Université de Lausanne, de deux phases de plissements paléozoïques dans cette partie des Alpes : l'une antéstéphanienne s'est traduite par des plis SN, l'autre permienne a donné des accidents SW-NE. Elles s'appuient aussi sur les travaux de M. Argand. L'élève et émule de M. Maurice Lugeon a indiqué que, sous la poussée des nappes pennines du plissement alpin, le bord interne de l'avant-pays hercynien a été découpé en une série de coins. Ces coins cristallins offrent le même style tectonique en « clean cut thrusts » que les Highlands du Nord-ouest.

MM. Paul Corbin et Nicolas Oulianoff ont pu démontrer que les manifestations de la 1re phase affectent, dans les Aiguilles Rouges, la série des schistes cristallins, dont les calcaires et les cornéennes calcaires accompagnées de roches basiques métamorphiques (amphibolites) jalonnent les synclinaux couchés. Les accidents de la 2e phase se manifestent jusque dans le Stéphanien et le Permien discordants sur la série cristallophyllienne ; les synclinaux, qui se dessinent alors, sont étirés et pincés jusqu'à l'étranglement lenticulaire. Le Trias vient à son tour en discordance sur l'ensemble du Paléozoïque.

Les mouvements verticaux qui vont, pendant le Trias et le Lias, affecter ces massifs hercyniens, appartiendront, suivant M. E. Paréjas, à deux systèmes conjugués d'oscillations de périodes différentes, se traduisant dans le Mont Blanc par un mouvement ondulatoire longitudinal, et dans la zone de Chamonix par un balancement vertical d'ensemble lié à des alternatives d'émersion et d'approfondissement marin.

Pour M. L. W. Collet, professeur à l'Université de Genève, et pour ses collaborateurs, MM. Reinhard et Paréjas, la poussée des nappes pennines sur l'avant-pays hercynien a eu pour effet, soit l'enfoncement du massif obstacle des Aiguilles Rouges, soit le rejaillissement des nappes par-dessus le massif. Dans la première hypothèse, il y aurait eu transformation du massif hercynien en un éventail ; dans la seconde, le charriage du superstructum se serait traduit dans le soubassement paléozoïque par le développement de coins cristallins, avec écailles de couches sédimentaires comme dans la structure de la Jungfrau. Les Alpes offriraient donc à la fois des chevauchements du type des Highlands et des nappes profondes du type pennin et il en serait de même de l'Écosse, comme viennent de le montrer les belles découvertes de M. A. B. Beiley. Au point de vue tectonique, le vorland hercynien de Suisse s'est donc comporté vis-à-vis du plissement alpin comme l'avant-pays précambrien d'Écosse vis-à-vis des Calédonides.

§ 2. — La Géologie de l'Asie

Indépendamment de la conférence de M. E. Argand, la géologie de l'Asie a été le sujet de plusieurs importantes communications, spécialement sur l'Indochine et la Chine.

Indochine française. — M. Ch. Jacob, Chef du Service Géologique de l'Indochine, a fait part à ses confrères des progrès réalisés, de 1919 à 1921, par la géologie de la « France d'Extrême-Orient » grâce à ses explorations et à celles du Commandant Dussault et de M. R. Bourret, dans le Tonkin, le Nord de l'Annam et le Nord-Est du Laos. Ces trois régions appartiennent à un même pays de nappes, simple au SO du Fleuve Rouge, où il ne comprend que la nappe yunnanaise, complexe au NE, où apparaissent sous cette nappe des éléments charriés préyunnanais. Au-dessous de cet ensemble se présente une série « intermédiaire » schisto-gréseuse (flysch) mylonitisée, probablement mésozoïque, avec intercalations de rhyolites et de porphyrites en filons-couches ou masses lenticulaires (zone du Nam Sam, fenêtre du Nui Doi Thoi, zone du Sa Phin, bordure de la moyenne et basse Rivière Noire, etc.). A un élément tectonique encore plus inférieur correspond la série primaire du Bas Thanh Hoa, lame de fond décollée et ramenée de la profondeur vers la zone limite des charriages. On trouve enfin, apparaissant en fenêtres dans le pays des nappes, sous ces séries charriées ou décollées, les éléments autochtones cristallins ou paléozoïques du substratum. A l'extérieur de ce domaine plissé, dans une frange tout à fait marginale, au sud-est du Tonkin et du Nord-Annam, au-delà d'une ligne Nord de Vientiane à Porte d'Annam, s'étend l'Avant-pays comprenant le Sud-est du Tonkin, les massifs côtiers du Nord-Annam, la Cordillière annamite, le Laos, le Cambodge, et la Cochinchine.

Chine. — M. V. K. Ting, directeur du Service Géologique de Chine, a constaté dans le Nord-est du Yunnan que le plateau dévonien de la boucle du Yangtsé est charrié en entier vers le SSW par-dessus tous les autres terrains. Sur sa bordure Yunnan et Koeitcheou s'étend une zone fortement plissée où des mouvements latéraux ont produit, vers le milieu du Tertiaire, un char-

riage du SE au NW. Enfin, l'effondrement de la pénéplaine de Tungchwanfu est entouré de failles NNE-SSW probablement pléistocènes.

Le sous-directeur du même Service, M. W. H. Wong, s'est efforcé de définir les relations qui lient la tectonique et les séismes en Chine. Les fossés d'effondrement de Wei-ho-Fen-ho et des lacs du Yunnan sont délimités par des failles verticales le long desquelles se sont produits les plus violents séismes de la contrée. La grande plaine alluviale de la Chine du Nord est entourée par des zones de grandes flexures qui se comportent comme des fractures séismologiques. Les tremblements de terre sont encore moins fréquents vers les rebroussements de la chaîne de Tsinling et il est douteux que des manifestations telluriques analogues soient en relation directe avec les décrochements de cette ligne orographique. Enfin deux régions de l'Extrême-Orient semblent devoir leur instabilité à de grands charriages, l'une le long du Ho lan chan, l'autre au sud du Setchouan.

M. W. H. Wong nous a entretenu également de la stratigraphie du Carbonifère de la Chine septentrionale, de l'W du Kansou à l'E du Tcheli. Deux niveaux fossilifères marins y ont été récemment découverts : l'un, le Taiynien, synchronique du Dinantien supérieur avec formes de passage au Moscovien ; l'autre, le Chansien, équivalent de l'Ouralien supérieur ou Permo-carbonifère. Ces deux étages correspondent à des phases de transgression des mers anthracolithiques sans doute séparées par une phase de régression.

M. J. Anderson nous a fait connaître la succession des dépôts cénozoïques du Nord de la Chine. L'Éocène (série de Yuan Chu) est formé de conglomérats rouges avec quelques restes de Mammifères (*Amynodon*, *Ancodus ?*, Rongeur, Lémurien ou Insectivore). L'Oligocène (série de Fushun) est représenté par un ensemble ligniteux à restes végétaux. Le Miocène supérieur (au sens donné à ce mot par l'École stratigraphique française) correspond aux couches rouges à *Hipparion* du Shansi, Honan, Shensi et Kansu : à la faune jadis décrite par M. Schlosser, viennent s'ajouter les genres *Elephas*, *Struthio* et probablement *Cynocephalus*, *Ictitherium*. Au Pliocène supérieur se rapporteraient les dépôts de grottes de Chou K'ou Tien (Chihli) à *Ursus*, *Machærodus* et autres genres déjà indiqués du Quaternaire ancien (Postpliocène) par le paléontologiste de Munich. Le Pléistocène ancien (série de San Men) est formé de graviers fluviatiles ; le Pléistocène moyen correspond au lœss ancien essentiellement éolien ; enfin le Pléistocène récent (lœss remanié et graviers du Chihli-Nord) a fourni des ossements de *Ovis*, *Cervus*, *Bos*.

L'observation de M. J. Anderson, de beaucoup la plus importante à mon avis, consiste dans la rencontre d'un niveau de Mammifères éocènes en Chine ; il faut la rapprocher de la découverte analogue faite récemment par MM. G. E. Pilgrim et G. de P. Cotter en Birmanie, où les paléontologistes du Geological Survey of India ont précisément reconnu la présence d'un Amynodontidé (*Metamynodon*) et de divers Anthracothériidés, famille à laquelle appartient le genre *Ancodus*. L'Éocène de Yuan Chu a fourni divers types de Mollusques de nos pays, notamment *Planorbis sparnacensis* du Sparnacien, *P. pseudoammonius*, *P. Chestieri* et *Bithynia Deschiensiana* du Lutétien : par leur faune conchyliologique, les conglomérats rouges me semblent donc se placer dans l'Éocène moyen. Mais *Amynodon* est propre à l'Éocène supérieur (Ludien) nord-américain et *Ancodus* débute seulement à l'Oligocène (Sannoisien supérieur) en Europe.

La faune mammalogique de Yuan Chu serait donc plus ancienne que celle de Myaing (Birmanie), où je vois un horizon oligocène (Sannoisien). La succession des assises fossilifères observées dans l'Indochine occidentale vient d'ailleurs très heureusement compléter celle relevée en Chine, puisqu'elle comporte, suivant mon interprétation dans la « Pegu serie », un niveau du Miocène inférieur à *Cadurcotherium indicum* (Aquitanien) et un niveau du Miocène moyen à *Dorcatherium birmanicum*. Je crois que l'on peut conclure, de ces considérations, à l'origine asiatique des Amynodontidés et des Anthracothériidés, comme le faisait déjà prévoir l'extrême polymorphisme de cette dernière famille dans le « Pondaung sandstone » de Birmanie, ainsi que le caractère archaïque de *Metamynodon birmanicus*.

§ 3. — La Géologie de l'Afrique

La géologie de l'Afrique a été le thème d'exposés portant sur presque toutes les contrées du grand continent noir.

Afrique du Nord. — M. Louis Gentil, le célèbre explorateur du Maroc, professeur à la Sorbonne, a présenté sa nouvelle carte géologique de l'Empire Chérifien que j'ai signalée aux lecteurs de la Revue au moment de sa publication [1].

J'ai donné moi-même au congrès une synthèse de la structure tectonique de l'Atlas, en insistant notamment sur les conditions spéciales qui ont dû présider à la formation du Moyen Atlas marocain et de la Dorsale tunisienne, chaînes inter-

1. *Revue générale des Sciences*, XXXII, 30 décembre 1921, p. 741-743, fig.

médiaires entre les rides présahariennes (Haut Atlas marocain, Atlas saharien d'Algérie, Chaînons de Gafsa du Sud tunisien) et les plissements littoraux du Nord (Rif, Atlas tellien de l'Algérie et de la Tunisie septentrionales). Ces chaînes intermédiaires se sont, en effet, développées au milieu d'une vaste région hercynienne qu'elles découpent en trois tronçons inégaux (Meseta marocaine, Horst algérien, région tabulaire du Sahel de la Tunisie orientale).

Le géosynclinal qui se creusait au nord de ce compartiment d'ancienne consolidation a vu se succéder tous les phénomènes qui caractérisent les contrées de l'écorce terrestre dont le fond demeure relativement mobile. Le métamorphisme y a donné naissance à des granits, que l'érosion a mis à jour au NE de Constantine. Les poussées y ont déterminé la formation d'écailles, de plis couchés, de chevauchements, de charriages. Ces plissements, souvent d'assez grande amplitude, emprisonnent à leur tour des amygdales hercyniennes, où les mouvements alpins se sont répercutés sous la forme de décollements en écailles comme ceux que j'ai pu observer au SE de la Kabylie de Collo.

Il faut conclure de cet ensemble de données que le Paléozoïque se retrouve partout dans le sous-sol de la Berbérie à une profondeur plutôt assez faible ; aussi les dislocations de l'Atlas, particulièrement vers les surfaces de base des écailles, chevauchements ou charriages, en ont-elles ramené de nombreux fragments. Ceux-ci se rencontrent surtout aujourd'hui dans le plus ancien terrain secondaire, le Trias, où l'on trouve aussi des ophites. Mais il est évident qu'il n'y a aucune relation entre ces deux faits et que les morceaux de roches primaires du Trias nord-africain n'ont pas été amenés au jour par la « poussée éruptive » (!) comme l'écrit M. A. Brives, professeur de Minéralogie à la Faculté des Sciences d'Alger. Si le plus souvent le Trias se présente en situation anormale dans l'Afrique du Nord, par contre depuis longtemps un vaste affleurement normal a été signalé, dans l'Extrême-sud tunisien, où je l'ai vu s'intercaler entre le Permien et le Lias sur plus de 100 km. M. F. Ehrmann, préparateur à la Faculté des Sciences d'Alger, a indiqué le Trias sous le Lias dans la Kabylie des Babors. Pour notre jeune confrère « on voit indiscutablement (dans cette région) le Trias émigrer de son gîte originel à travers les terrains de couverture », c'est-à-dire plus simplement que l'on observe ici des lambeaux de Trias en partie subordonnés au Lias et en partie insinués dans des terrains plus récents. Il y a donc contradiction entre ces observations et la conclusion formulée ensuite par M. F. Ehrmann, que « la Kabylie des Babors constitue un ensemble autochtone qui élimine toute hypothèse de nappes triasiques ». Le très grand nombre d'affleurements triasiques anormaux reconnus par notre confrère dans les Babors prouve, au contraire, qu'il y a eu ici des charriages, sans qu'il soit permis de préciser la modalité qu'ils affectaient. Les Kabylies ont d'ailleurs été le théâtre de toute une série de mouvements orogéniques anciens, comme viennent de le démontrer les heureuses découvertes paléontologiques de M. F. Ehrmann, sur le bord O. du Massif de Collo, où il a relevé la coupe suivante : 1° une série métamorphique ; 2° du Silurien à Graptolithes ; 3° en discordance, du Dévonien à *Tentaculites* et *Styliolina clavulus* ; 4° après une seconde discordance, un étage calcaire à Orthocératidés, Crinoïdes et Polypiers (Dévonien supérieur).

Égypte. — L'Égypte, comme la Berbérie, a été envisagée dans diverses communications, notamment par le Directeur du Service Géologique de cet État, M. W. F. Hume, qui a exposé les récents progrès faits dans la connaissance du sous-sol de la contrée nilotique. La base du « grès de Nubie », d'après ce savant, remonterait au Carbonifère, tandis que sa partie supérieure, jurassique au Sinaï, serait cénomanienne et turonienne en Egypte, et pourrait, au Soudan, être postcampanienne. Aux époques crétacée et éocène, il y avait dans l'Afrique nord-orientale : 1° des zones synclinales correspondant aux parties profondes de la mer, où les formations secondaires et tertiaires offrent maintenant une série continue ; 2° des zones anticlinales sous-marines où l'érosion a enlevé en partie le Crétacé, avant l'arrivée de la mer éocène, dont les sédiments se sont déposés en discordance sur les assises antérieures. Les compartiments fracturés de l'écorce terrestre, situés de part et d'autre du golfe de Suez, se seraient soulevés lentement et auraient entraîné un plissement monoclinal très raide, avec parfois production de miroirs de failles dans certains dépôts récents de la côte.

M. H. Sadek, Inspecteur du Service Géologique d'Égypte, montre l'extension du Jurassique moyen et supérieur dans tout le Nord de cette contrée jusqu'au Sinaï septentrional. — Le même auteur signale au NO du golfe de Suez du Miocène supérieur d'eau douce analogue à celui de la vallée du Nil et de Siouah : l'Afrique nord-orientale aurait été au Pontien occupée par un grand ou plusieurs petits lacs d'eau douce, dans lesquels se déversait déjà le Nil ; ces lacs communiquaient avec la mer à Wadi Beda notamment, comme

l'indique le mélange de faunes fossiles marine et d'eau douce observé dans cette localité.

Somalie. — Les colonies italiennes de l'Afrique nord-orientale, Marmarique de l'W, Érythrée, Somalie, ont aussi été récemment explorées par des géologues. M. G. Stefanini, le professeur de l'Université de Florence, signale dans le S. de la Somalie, au-dessus des gneiss, le complexe gréso-gypseux de Lugh à *Colobus maximus* et *Modiola minuta*, qu'il attribue au Trias et compare aux grès de Mazeros (Afrique britannique) et d'Adigrat (Abyssinie septentrionale); sur ces grès viendrait une série jurassique complète. Il y a là une succession mésozoïque qui rappelle celle de l'Extrême-sud tunisien.

Sahara. — M. H. Bütler, assistant de Géologie de l'Université de Genève, a appelé l'attention des pétrographes sur le volcanisme dans le Ahaggar, où se sont succédé des venues : 1° de granits et rhyolites alcalins, 2° de trachytes et trachyandésites, 3° de basaltes. A propos de cette communication, M. W. Kilian a signalé l'intéressante découverte que vient de faire, dans le Tassili des Ajjer, M. Conrad Kilian, son fils : des Graptolithes caractérisent dans cette contrée les schistes siluriens qui passent insensiblement : vers le haut, à des grès dévoniens fossilifères, et, vers le bas, à des grès quartziteux: ceux-ci reposent en discordance, par l'intermédiaire d'un conglomérat, sur les schistes cristallins à filons de pegmatite de l'Edjeré et du massif central Saharien.

Congo. — Trois études se rapportant aux régions congolaises ont été développées au congrès. M. F. Bertrand, ingénieur français, compare les filons-couches cuprifères du Kantaga (Congo belge) à ceux du Niari (Congo français), formés les uns et les autres surtout par les terres noires d'oxyde de cuivre. — M. J. Bequaert fait connaître l'âge des dépôts tertiaires de Cabinda (Congo portugais) et du Bas-Congo belge. A Landana, avec une faune ichthyologique du Montien (Paléocène inférieur) a été trouvé un squelette de Crocodilien, *Congosaurus Bequaerti*; vers Matumbo et Sasazao, les assises fossilifères seraient d'un niveau plus élevé (Éocène proprement dit).

Bassin du Zambèze. — MM. les ingénieurs J. Dubois et R. Anthoine nous ont donné les principaux caractères de la géologie du bassin du Zambèze en territoire portugais. Le socle des roches cristallines et métamorphiques (série du Zwanziland), énergiquement plissé à deux reprises, est creusé de bassins remontant à l'âge du Karoo ; les formations fluviolacustres consécutives à une importante phase orogénique y débutent par des couches de houille synchroniques de la partie supérieure de la série d'Ecca et de la partie inférieure de la série de Beaufort (fin du Permien et début du Trias). Au-dessus viennent des grès et finalement les schistes de la série de Stormberg (Rhétien), qui a précédé ici, comme dans l'Afrique du Sud, une phase de grande activité volcanique.

Madagascar. — M. le Professeur A. Lacroix, du Muséum National d'Histoire Naturelle de Paris, a fait un exposé des principaux caractères des roches éruptives en intrusions et en filons dans les schistes cristallins des Hauts Plateaux de l'Est de Madagascar. Ces roches, tout particulièrement riches en potasse, ont, comme unique feldspath, le microcline quadrillé, qu'accompagnent des pyroxènes sodiques et parfois une amphibole sodique spéciale, la torendrikite. Leurs types variés, granits très quartzeux, syénites à torendrikite (finandrites) ou à néphéline (itsindrites), bien que pauvres en soude, sont cependant caractérisées par des métasilicates sodiques: leur teneur en alumine est exactement celle nécessaire pour former, avec toute leur potasse, du microcline; leur soude entre donc intégralement dans la constitution des minéraux colorés. L'éminent Secrétaire perpétuel de l'Académie des Sciences en conclut que les roches alcalines doivent être surtout classées d'après leurs feldspaths, une importance moindre devant être attribuée aux éléments colorés.

§ 4. — La Pétrographie des roches sédimentaires

Les principaux problèmes que soulève l'étude pétrographique des roches sédimentaires ont été envisagés au congrès : origine des brèches, de l'ergeron, des phosphates et des sels potassiques.

Brèches dinantiennes de Belgique. — Les brèches du Dinantien de Belgique, étudiées par M. F. Kaisin, ont des origines variées. On peut y reconnaître : 1° des calcaires à grain fin devenus bréchiformes par fendillement sur place suivi de cristallisation de calcite dans les intervalles ; 2° des calcaires grumeleux, brèches polygènes dont le ciment est un calcaire sédimentaire lapidifié comme les calcaires stratifiés du substratum et du superstructum ; dans cette seconde catégorie, il y a des brèches stratifiées et des brèches massives grises ou rouges, qui toutes seraient des formations sédimentaires où la décalcification n'a joué aucun rôle, mais où des fragments anguleux de sédiments formés depuis peu et rapidement consolidés ont été repris et incorporés à des dépôts nouveaux.

Ergeron de Villejuif, près de Paris. — M. L. Cayeux, le savant Professeur du Collège de

France, constate que l'ergeron de Villejuif, près de Paris, qui a une teneur en carbonate de chaux de 15 à 20 %, se résout au microscope en une trame calcarifère chargée d'oxyde de fer, et d'un peu d'argile enrobant une myriade de grains de quartz de diamètre inférieur à 0 mm.05, qu'accompagnent des éléments remaniés : Foraminifères (*Fissurina*) isolés; débris de craie très fine avec les mêmes Foraminifères encore inclus dans la roche mère. Ces éléments remaniés proviennent du Cénomanien de la périphérie SE du bassin de Paris. Dans le dépôt si épais de Villejuif il n'y a donc à faire intervenir, ni les glaciers, ni le ruissellement, mais exclusivement l'action éolienne, le vent étant le seul véhicule possible de cette poussière où ne s'observe aucun élément emprunté aux sédiments tertiaires.

Phosphates des régions méditerranéennes. — D'après M. l'Ingénieur P. H. Sampelayo, de l'Institut géologique d'Espagne, les phosphates du Crétacé de la Sierra de Espuna sont caractérisés par l'abondance de la glauconie. Cet auteur parallélise les dépôts de même nature du Maroc (Oued Zem) avec ceux de l'Algérie (Boghari), en raison de la présence, dans les gisements de ces deux pays, de Foraminifères (*Bolivina* et *Globigerina*). M. P. H. Sampelayo étend d'ailleurs encore sa conception du synchronisme aux gîtes de Tebessa (Algérie), Gafsa (Tunisie) et Kosseir (Égypte). Notre confrère espagnol, en se livrant à une étude microscopique détaillée, a cru devoir attribuer un rôle prépondérant aux petits Foraminifères pour les déterminations d'âge : il n'a pas tenu compte des autres fossiles, des Poissons notamment, et pas davantage des relations stratigraphiques. S'il avait consulté mes nombreux travaux sur la question des phosphates de toute l'Afrique du Nord, il aurait vu qu'il y a au Maroc, comme en Égypte, des phosphates maestrichtiens et qu'en Algérie-Tunisie, les gîtes les plus riches datent de l'Écoène le plus inférieur (Montien), les plus jeunes, bien moins importants, s'élevant jusque dans l'Éocène moyen. Mais je suis d'accord avec mon confrère espagnol lorsqu'il dit qu'à Gafsa, Tebessa et Boghari, l'on a à faire à trois dépôts hétérotaxiques de même âge : la question a été longuement traitée il y a dix ans dans ma thèse.

Potasses d'Espagne. — M. l'Ingénieur A. Marin, de l'Institut géologique d'Espagne, décrit le gisement potassique de Cardona et de Suria (provinces de Barcelone et de Lérida), découvert au milieu de l'Oligocène inférieur (Sannoisien), dans une région où les accidents tectoniques ont amené au jour le Trias. Le gîte, dont l'épaisseur moyenne atteint 80 mètres, est constitué par de la carnallite et de l'hyalite au toit, par de la sylvinite et de l'hyalite au mur; on y trouve aussi du gypse et de l'anhydrite. L'absence des sulfates et autres éléments marins a fait penser que les gîtes oligocènes catalans avaient emprunté leurs sels aux dépôts triasiques voisins : en tout cas la sylvinite paraît être ici un sel primaire et non un sel secondaire comme en Allemagne.

§ 5. — La Stratigraphie du Quaternaire

M. Charles Depéret, le savant Doyen de la Faculté des Sciences de Lyon, dans son « Essai de classification du Quaternaire », distingue quatre étages méditerranéens marins, Sicilien, Milazzien, Tyrrhénien, Monastirien, dont les dépôts emboîtés correspondent à quatre cycles géologiques marqués respectivement par les anciennes lignes de rivage de 90-100 m., de 55-60 m., de 30-35 m. et de 18-20 m. Les déplacements de niveau de base consécutifs se sont répercutés dans le creusement des vallées depuis la Somme, le Rhin et le Danube jusqu'à l'Oum er Rebia et l'Isser, où ils se sont traduits par la formation de quatre terrasses qui peuvent être en relation avec les quatre glaciations günzienne, mindélienne, rissienne et würmienne des Alpes et du Nord de l'Europe. Au Tyrrhénien se seraient succédé les industries du Chelléen et de l'Acheulléen; le Monastirien aurait vu évoluer le Moustérien et l'Aurignacien; enfin le Solutréen et le Magdalénien apparaissent quand les cours d'eau occupent déjà leurs altitudes actuelles.

M. Gignoux, professeur à l'Université de Strasbourg et élève de M. Depéret, voit dans le Pliocène un simple cycle sédimentaire comparable à chacune des quatre phases du Quaternaire dont il fait connaître l'histoire dans les régions riveraines de la Méditerranée occidentale.

L'éminent professeur de l'Université de Grenoble, M. W. Kilian, a reconnu, dans les vallées de la Durance et du Buech, six niveaux de terrasses se rapportant au Pliocène supérieur et au Günzien (150 à 200 m.), au Rissien (50 à 60 m.), au Würmien (20 à 25 m.), au Néowürmien (7 à 8 m.) : leurs altitudes relatives échappent à l'influence directe du niveau de base trop éloigné, mais se ressentent de la proximité des anciens fronts glaciaires.

§ 6. — La Géologie du Pétrole

Indépendamment de considérations générales sur la géologie du pétrole, l'étude des relations entre les gisements de combustibles liquides et la structure du sol a fait l'objet d'exposés régio-

naux portant sur la Russie, la Pologne, la Roumanie, la Grèce, l'Espagne, le Mexique.

Pologne. — M. B. Swiderski, du Service Géologique du Pétrole de Pologne, nous a entretenus de la structure tectonique des Carpathes polonaises sud-orientales, où se présentent de haut en bas les nappes de Skole, de Bitkov, de Sloboda Rungurska et les plis paraautochtones de Pokudie : le Crétacé, l'Éocène, l'Oligocène et le Miocène participent ici au charriage. Les gisements de pétrole les plus riches sont situés soit dans les replis frontaux des nappes et des plis couchés, soit dans les bombements anticlinaux qui affectent plusieurs nappes superposées, soit enfin dans les anticlinaux situés dans les dépressions longitudinales, au front des chevauchements.

Roumanie. — Suivant M. le professeur I. P. Voitesti, de l'Université de Cluj, le sel dans la région mio-pliocène des Subcarpathes, comme dans les nappes-écailles du flysch des Carpathes ou même dans le bassin de la Transylvanie, forme des lentilles à structure chiffonnée et localement bréchifiée. Sorti de dessous toutes les autres formations de la contrée, il est enveloppé dans une énorme brèche tectonique, provenant du broyage complet de roches argileuses, marneuses ou gréseuses, recimentée par du sel ou du gypse et enchâssant des blocs mesurant parfois plusieurs centaines de mètres cubes.

Parmi ces blocs transportés se trouvent des roches plus anciennes que les dépôts du géosynclinal carpathique, granits, schistes cristallins, grès et arkoses carbonifères ou liasiques, et d'autres à faciès des avant-pays dobrogéen et podolique, prophyres rouges, calcaires du Jurassique-Néocomien à *Nerinea*, silex noduleux sénonien. Sur les prolongements de ces avant-pays effondrés, auraient déferlé les plis-failles écaillés des Subcarpathes et ceux imbriqués et chevauchés des Carpathes. M. E. P. Voitesti en conclut que le sel antétriasique, peut-être permien, a dû arriver de la profondeur par de grandes fractures indépendantes de la tectonique superficielle et où les mouvements post-pliocènes ont joué un rôle prépondérant. Le long de ces failles profondes les terrains de la surface se seraient plissés en dômes ou en longues crêtes déversés vers l'extérieur des Subcarpathes et en Transylvanie : les plis diapyrs ainsi formés auraient eu leur toit crevé, faillé, écaillé en imbrications pouvant se traduire par des chevauchements de 1.200 m.

Le pétrole affleure en Roumanie sur les mêmes lignes de fractures que les massifs de sel ; il imbibe toutes les roches poreuses affectées directement par ces failles et sa migration s'est trouvée grandement favorisée par l'intumescence des massifs de sel ; sa mise en place dans les gisements actuels aurait été aussi déterminée par les mouvements orogéniques postpliocènes. On le trouve dans les roches poreuses des deux flancs des dômes et dans le flanc inverse seulement dans les plis déjetés, déversés, faillés ou chevauchés.

Grèce. — M. G. Georgalas, Directeur du Bureau géologique d'Athènes, a montré que les plus importantes manifestations hydrocarburées se présentent, en Grèce, tout à fait à l'Ouest de la contrée, dans la zone plissée adriatico-ionienne, où elles sont en relation avec des plis diapyrs, des plis en écailles et des chevauchements : vers Dragopsa, dans la vallée de la Molitza, à 20 km. au SW de Jannina (Épire), les émanations pétrolifères se présentent, suivant un géologue roumain, M. C. Nicolesco, le long d'un chevauchement de couches du flysch éocène-oligocène au-dessus de l'Helvétien.

Mexique. — M. E. Ordonnez, qui fut le Secrétaire général du Xe Congrès international, a montré que le Crétacé supérieur du Mexique (schistes de Mendez et calcaires de San Felipe) repose en discordance sur le Crétacé inférieur (calcaires de Tamasopo), niveau habituel des grands « oil pools » où le pétrole s'est accumulé dans les ondulations en dômes au milieu des parties caverneuses ou le long des canaux très irréguliers créés par les eaux souterraines dans les zones massives. Les principaux districts pétrolifères du Mexique sont disposés parallèlement au littoral du golfe du Mexique et à la crête de la Sierra Madre, le long de grandes failles longitudinales.

* * *

Tous les savants français qui ont participé au XIIIe Congrès Géologique garderont un précieux souvenir de leur séjour parmi l'élite intellectuelle de notre nation-sœur. Pendant les séances, ainsi qu'au cours des réceptions qui nous ont été offertes presque quotidiennement par nos aimables hôtes, nous avons une fois de plus senti les liens puissants qui unissent nos deux patries dans le domaine de la Pensée comme dans celui de l'Histoire.

L. Joleaud,

Maître de Conférences à la Faculté des Sciences de Paris.

LA DISPERSION ROTATOIRE MOLÉCULAIRE [1]

TROISIÈME PARTIE

Régularités concernant la dispersion rotatoire

I. — Dispersion normale et anomale

Comme nous l'avons déjà signalé, la dispersion peut être normale ou anomale. On a beaucoup discuté sur ces deux termes. Tschugaeff a présenté à la Faraday Society en 1914 un rapport extrêmement intéressant sur la dispersion rotatoire anomale. Il admet que la dispersion normale est représentée par une courbe analogue à celle du quartz (fig. 4 à gauche); dans tous les

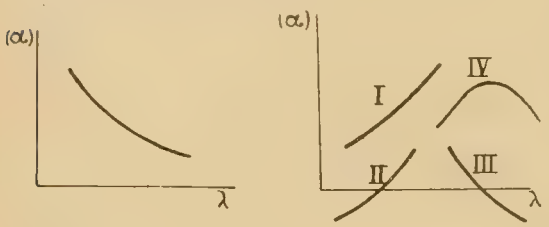


Fig. 4.

autres cas, la dispersion serait anomale (courbes I, II, III, IV de la fig. 4 à droite). Une autre définition a été proposée par Lowry, en relation avec la formule de Drude (v. plus loin).

Les corps à dispersion normale sont généralement transparents dans le spectre visible, c'est-à-dire non colorés (sucres).

Actuellement on connaît trois classes de corps présentant la dispersion anomale :

1° *Mélanges de molécules droites et gauches normales à dispersion différente.* — Nous avons déjà parlé de ces mélanges (pinènes, etc...) [2].

2° *Corps à bandes d'absorption.* — La bande peut être dans le spectre visible (corps colorés) ou dans l'ultraviolet rapproché (camphre). Si le corps est coloré, la dispersion anomale s'accompagne de dichroïsme circulaire (absorption inégale des deux vibrations circulaires droite et gauche). Ce phénomène a été découvert par Cotton sur des tartrates complexes observés seulement en solution [3]. Tschugaeff a préparé une série de corps purs dérivés d'alcools terpéniques et de l'acide xanthogénique, colorés et actifs [1]. Il a étudié leur dispersion rotatoire qui est anormale, leur absorption, la variation du pouvoir rotatoire avec le dissolvant et la température. Nous insisterons un peu plus loin sur les résultats obtenus. Cotton et Bruhat ont vérifié que ces corps présentent le dichroïsme circulaire [2]. Bruhat a de même constaté la dispersion rotatoire anomale et l'effet Cotton dans l'iridooxalate de potassium, composé de l'iridium asymétrique [3]. Il a repris l'étude du tartrate d'uranyle déjà étudié dans sa thèse [4]. Volk a de même préparé des lactates colorés et montré qu'ils présentent la dispersion rotatoire anomale [5].

3° *Superposition des rotations partielles de deux complexes asymétriques dans la molécule elle-même.* — Tschugaeff a ainsi préparé le β-camphosulfonate de menthyle [6]; les deux noyaux camphre et menthol ont des rotations de signe contraire et des dispersions différentes (v. plus haut). Tschugaeff considère cet exemple comme un cas particulier de la règle de superposition, qu'il a soumise à de nouvelles vérifications [7] pour lever les critiques de Rosanoff [8] et Patterson [9].

II. — Régularités observées dans la dispersion

Les régularités observées sur la dispersion rotatoire concernent : 1° les corps à dispersion normale ; 2° ceux à dispersion anomale.

§ 1. — Corps à dispersion normale

Walden, dans son exposé de 1905, a consacré quelques lignes à ces corps. Les travaux antérieurs à 1905 sont ceux de Guye et ses élèves sur les éthers amyliques [10], de Walden sur les éthers de l'acide ricinoléique et des acides substitués

1. Voir les première et deuxième parties dans la *Revue générale des Sciences* du 15 déc. 1922, p. 670 et suiv.

La fin de la dernière note de la deuxième partie (p. 677) est tombée à la mise en page. La rétablir comme suit :

« La condition (1) seule est vérifiée si $\alpha = k\alpha_g$ (règle de Tschugaeff, *Ber.*, t. XXXI, p. 360, 1775, 2451). »

2. Grossmann et ses élèves en ont indiqué un grand nombre.

3. Thèse, Paris, 1896.

1. *Ber.*, t. XLII, p. 2244 (1909). *Ann. Ch. et Ph.*, (8), t. XXII, p. 137 (1911). *Bull. Soc. Chim.*, (4), t. XI, p. 718 (1912) ; t. XIII, p 796 (1913).

2. *C. R.*, t. CLIII, pp. 245 et 248 (1911). Bruhat : Thèse, Paris, 1914.

3. *Bull. Soc. Chim.* (1915), p. 225.

4. *Ann. de Ph.* (1920), p. 25.

5. *Ber.*, t. XLV, p. 3744 (1912).

6. *Ber.*, t. XLIV, p. 2023 (1911) ; t. XLV, p. 2759 (1912).

7. *Ber.*, t. XLVI, p. 2752 (1913).

8. *Zeits. phys. Chem.*, t. LVI, p. 565 (1906).

9. *Chem. Soc.*, t. LXXXIX, p. 1039 (1906) ; t. XCI, p. 705 (1907).

10. *C. R.*, CXXII, p. 885 (1896) ; t. CXXIII, p. 1291 (1896) ; *Journ. Ch. Ph.*, t. I, pp. 257 et 279 (1903).

(acétyl, etc...)[1], de Winther sur les éthers tartriques[2]. Depuis 1905, Walden a publié une série de mesures sur les éthers amyliques de mono et diacides homologues, sur les éthers de l'acide malique et d'acides maliques substitués[3]. Nous avons déjà signalé les importantes recherches de Pickard et Kenyon. Pope et Winmill ont fait des mesures sur des dérivés de la tétrahydroquinaldine[4]. Rupe, dont on sait les recherches très importantes sur les relations entre (α) et la constitution des corps[5], a été amené à mesurer des dispersions rotatoires. Les mesures de Rupe ont été publiées par Hagenbach[6], qui leur a fait subir certains calculs. Elles concernent : 12 dérivés du méthylènecamphre, le menthol et 11 de ses éthers, le myrténol et 11 de ses éthers, 3 carbures dérivés du citronellal, le camphre dans (C^6H^6), la pulégone, la carvone.

De ce matériel expérimental déjà important un certain nombre de conclusions nettes se dégagent :

1° Le rapport de dispersion α_B/α_R est à peu près constant dans une série homologue, indépendant de la température (entre 20 et 100°) pour un grand nombre de corps.

2° Dans beaucoup de solvants (neutres), la dispersion est celle du corps pur; elle est indépendante de la concentration :

Ex. : Ethers ricinoléiques (méthyl à heptyl n.) $\alpha_{bleu}/\alpha_{rouge}$	1,94
Ethers ricinoléiques substitués	2,05
Ethers diamyliques des acides malonique, etc.	1,91
Dérivés du méthylènecamphre α_F/α_C	2,31 (à 0,4 °/₀ près)

On sait que Tschugaeff, en particulier, a signalé depuis longtemps que dans une série homologue, pour une couleur donnée (D), le pouvoir rotatoire moléculaire $\frac{M[\alpha]}{100}$ tendait vers une valeur constante à partir du 2e ou 3e terme (éthers du menthol et du bornéol)[7]. Si cette règle est exacte pour les deux couleurs B et R, on s'explique que le quotient α_B/α_R devienne constant dans les mêmes limites.

3 Tschugaeff a également montré entre autres que l'influence d'un substituant sur $[\alpha]$ était d'autant plus grande que la substitution avait lieu en un point plus rapproché du carbone asymétrique[1]. Si elle est effectuée en un point assez distant de ce carbone, on peut s'attendre à de faibles variations de (α) et à une constance approximative de la dispersion rotatoire. Cela semble être le cas des composés étudiés par Rupe.

De même, dans les alcools secondaires de Pickard et Kenyon, la substitution est faite directement sur le carbone asymétrique. On vérifie que, quand la longueur de la chaîne ainsi attachée croît, la dispersion subit des variations régulières et se fixe à une valeur constante quand la chaîne est assez longue :

Acétate de *d*-β-butanol	α_{436}/α_D	1,96 (20° environ)
— octanol		1,77
— undécanol		1,77

4° La grande dispersion semble liée dans certains cas à un grand pouvoir rotatoire (méthylène-camphres). On retrouve l'influence nette de la double liaison déjà connue pour $[\alpha]_D$[2]; la triple liaison semble au contraire avoir une influence moindre.

Ex. : Hydrocinnamate d'amyle α_B/α_R	2,01
Cinnamate d'amyle	2,14
Phénylpropiolate d'amyle	1,98
Fumarate diamylique	2,67
Succinate id.	2,50

Walden a signalé d'autres régularités beaucoup moins nettes concernant les relations entre (α) et l'indice de réfraction du corps ou des dissolvants. Il attache également une assez grosse importance au fait que la quantité $(\alpha_B - \alpha_r)\frac{M}{100d}$ (disp. rot. spécifique) semble tendre vers une valeur constante dans une série homologue. Si on admet la règle de Tschugaeff, le fait s'explique de suite.

Nous ferons remarquer que toutes ces règles souffrent des exceptions.

Exemples : Le camphre a un rapport de dispersion α_F/α_C égal à 2,69 ; les méthylène-camphres ont un pouvoir rotatoire beaucoup plus grand et $_F/\alpha_C$ n'est que 2,31.

La dispersion de l'hydrure de pinène (saturé) est 2,15; celle du pinène α (non saturé) est 2,02.

Certains dissolvants produisent des variations du rapport de dispersion, etc.

Qualitativement, on peut conclure que la dispersion rotatoire est, comme $[\alpha]_D$, sensible aux influences constitutives. On est loin pour le moment de posséder dans ce domaine des relations

1. *Ber.*, t. XXXVI (1), p. 781 (1903).
2. *Zeits. phys. Chem.*, t. XLI (1902), p. 161 ; t. XLV, (1903), p. 331 ; t. LX (1907), p. 563.
3. *Zeits. phys. Chem.*, t. LV (1906), p. 1.
4. *Chem. Soc.* (1912), p. 2309.
5. *Lieb. Ann.*, t. CCCXXVII, p. 157 (1903) ; t. CCCLXXIII, p. 121 (1910) ; t. CCCXCV, pp. 87 et 136 (1912) ; t. CCCXCVIII, p. 372 (1913) ; t. CDII, p. 149 (1913) ; Résumé *Farad. Soc.*, 1914.
6. *Zeits. phys. Chem.*, t. LXXXIX, p. 570 (1915).
7. *Ber.*, t. XXXI, p. 360 (1898).

1. *Ber.*, t. XXXI, p. 1775 (1898).
2. Haller : *C. R.*, t. CXXXVI, pp 788, 1222, 1619 (1903); Rupe (*loc. cit.*).

quantitatives analogues à celles concernant la dispersion de l'indice de réfraction.

Nous signalerons, pour terminer ce paragraphe, la façon dont Hagenbach a traduit les résultats de Rupe. Le rapport de dispersion étant constant dans une série, si $[\alpha] = f(\lambda)$ est la courbe de dispersion pour l'un des corps, les autres ont une courbe de la forme (1) : $[\alpha] = Cf(\lambda)$. Les (C) dépendraient de la constitution chimique. De plus, si on forme la différence $[\alpha]_F - [\alpha]_C$, elle représentera un $[\alpha]$ pour une certaine longueur d'onde ; à cause de la relation (1) cette longueur d'onde est la même pour toute la série (*longueur d'onde caractéristique*). Cette régularité, trouvée expérimentalement par Rupe, ne signifie rien de plus que $\alpha_F/\alpha_C = C^{te}$. Lowry a fait remarquer que la longueur d'onde caractéristique dépend du choix des deux radiations F et C, c'est-à-dire que son intérêt est minime. Dans certaines séries, un corps par exemple peut avoir sa longueur d'onde caractéristique déplacée par rapport à la moyenne (diphénylméthylènecamphre, de 89 $\mu\mu$) ; Rupe parle dans ce cas de « dispersion relativement anomale »[1]. Dans un mémoire plus récent, il étudie l'absorption de ces substances à dispersion relativement anomale ; il trouve une absorption non sélective dans l'ultraviolet et en déduit que les idées de Cotton et Tschugaeff sur la relation entre l'absorption et la dispersion anomale ne sont pas toujours exactes[2]. Lowry a déjà fait remarquer que le besoin du terme « relativement anomale » ne s'impose pas ; il n'y a donc pas contradiction avec les idées ci-dessus.

§ 2. — Corps à dispersion anomale

Tschugaeff et Ogorodnikoff ont étudié parallèlement la dispersion rotatoire dans le spectre visible et l'absorption visible[3] et ultraviolette[4]. Les composés en question ont généralement une bande d'absorption dans l'ultraviolet (max. à 280 $\mu\mu$.) ; certains ont en plus une autre bande dans le spectre visible. La forme de la courbe d'absorption dépend avant tout du complexe contenant S (chromophore) ; elle varie quand celui-ci change de place. Par exemple, si deux restes xanthogéniques sont réunis directement comme dans $C^{10}H^{19}.OCS.S.S.SCO.C^{10}H^{19}$, il n'y a plus de bande d'absorption ; elle reparaît quand on insère un ou plusieurs CH^2 entre les deux S du milieu.

Il y a *en gros* parallélisme entre l'absorption et la dispersion anomale. Exemple : *un même corps* est étudié en solution dans l'acétone, puis dans le toluène ; la courbe d'absorption a son maximum déplacé vers le rouge (règle de Kundt), la courbe des $[\alpha]$ est glissée dans le même sens. Mais on ne peut dire d'une façon générale que, en passant *d'un corps à un autre*, la courbe de dispersion et celle d'absorption soient déplacées dans le même sens. On trouve des séries, par ex. celle des corps $C^{10}H^{19}.OCS.S.(CH^2)^nS.SCO.C^{10}H^{19}$ où les maxima de rotation se déplacent vers le violet quand n augmente ; la bande ultraviolette a son maximum sensiblement fixe.

La distance du centre d'activité (radical terpénique) au centre d'absorption (CS.S) est décisive pour l'allure des phénomènes. C'est un cas particulier de la règle rappelée ci-dessus sur l'influence des radicaux plus ou moins rapprochés du C asymétrique. S'il y a dans la molécule plusieurs centres d'activité optique, la dispersion anomale peut ne pas être tout à fait parallèle à l'absorption ; on trouve des exemples de substances isomères dont l'une seulement a la dispersion anomale[1].

Dans tous les cas étudiés, les courbes de dispersion dans une série homologue glissent dans une direction donnée quand $[\alpha]$ augmente ; en général le maximum se déplace vers l'ultraviolet. Cette régularité s'observe aussi dans les modifications souvent considérables que subit $[\alpha]$ quand la température varie[2]. Ces modifications sont telles dans certains cas que la dispersion est normale à certaines températures (thioanhydride de l'acide menthylxanthogénique). Très sensiblement, pour une couleur donnée, on a $[\alpha] = a + b\,T$. L'inspection des courbes de dispersion tracées aux différentes températures suggère de suite un rapprochement avec l'acide tartrique et ses éthers. La relation linéaire ci-dessus entraîne encore comme conséquence une division des ordonnées en rapport constant. Aux différentes températures, on a peut-être encore en présence un mélange de deux formes isomères.

La variation de $[\alpha]$ avec la concentration pour un solvant donné est assez faible ; celle de $[\alpha]$ avec le solvant est plus nette ; enfin, c'est celle avec la température qui est la plus considérable. Ces résultats sont exactement parallèles à ceux obtenus pour l'acide tartrique, l'acide malique et leurs éthers par Winther, Grossmann, puis Lowry. On peut par ex. essayer sur le bornylxanthogénate de méthyle en solution dans

1. Rupe : *Lieb. Ann.*, t. CDIX, p. 327 (1916).
2. Rupe et Silberstrom : *Lieb. Ann.*, t. CDXIV, p. 99 (1917).
3. *Zeits. phys. Chem.*, t. LXXIV (1910), p. 503 ; LXXIX (1912), p. 471.
4. *Id.*, t. LXXXV (1913), p. 481.

1. *Farad. Soc.*, 1914. *Ber.*, t. XLIV, p. 2023 (1911).
2. Tschugaeff et Pastanogoff : *Zeits. phys. Chem.*, t. LXXXV, p. 553 (1913).

le toluène et l'acétate d'éthyle une vérification des rapports d'ordonnées. En choisissant les trois courbes : Toluène ($p = 10$, $T = 80°,2$) ; Acétate d'éthyle ($p = 4,86$; $T = +50°,2$; $p = 4,86$; $T = -49°,5$), on trouve pour les 4 radiations C, D, E, F les rapports 0,28 ; 0,28 ; 0,31 ; 0,34.

En résumé, Tschugaeff et ses collaborateurs ont montré que l'absorption et la dispersion rotatoire sont liées d'une façon très nette. Les résultats auraient certainement encore gagné en netteté si on avait pu tracer la courbe de dispersion dans l'ultraviolet. J'ai effectué autrefois de telles mesures dans une étendue assez grande de l'ultraviolet pour le camphre [1]. Celui-ci possède dans l'ultraviolet une bande d'absorption très nette aux environs de 295 $\mu\mu$; cette bande est très étroite ; le corps n'est pas coloré dans le spectre visible, mais il y présente des valeurs du rapport de dispersion beaucoup plus grandes que celles du quartz. J'ai pu montrer que $[\alpha]$ prend de part et d'autre de la bande d'absorption des valeurs très grandes et *de signe contraire*. Tschugaeff a donné une liste de cétones cycliques (carvone, dihydrocarvone, etc.) qui, dans le spectre visible, ont des rapports de dispersion très grands, analogues à ceux du camphre [2]. On sait d'autre part que ces cétones ont aussi une bande d'absorption dans le voisinage de 300 $\mu\mu$. Il est probable que leur dispersion rotatoire suit aussi la marche caractéristique de celle du camphre. Dans le cas de celui-ci, la liaison entre la rotation et l'absorption est très marquée.

Dans sa thèse, Bruhat a étudié expérimentalement et théoriquement un certain nombre des composés de Tschugaeff ; les anomalies du pouvoir rotatoire se produisent dans la bande d'absorption (vert).

QUATRIÈME PARTIE

Formules de dispersion rotatoire

I. — Formule de Drude et vérifications de Lowry

La formule de Biot $[\alpha] = \frac{k}{\lambda^2}$ est insuffisante ; on a proposé depuis diverses autres formules ; nous parlerons seulement de celle de Drude, déduite de la théorie des électrons.

Drude suppose que, dans le corps actif, certains électrons possédant des périodes propres déterminées peuvent prendre, sous l'influence de la lumière qui traverse le corps, un mouvement vibratoire forcé. Ce mouvement s'effectue, à cause de la structure dissymétrique du milieu, suivant une sorte d'hélice qui peut être droite ou gauche. On en déduit que le pouvoir rotatoire du corps doit être de la forme $[\alpha] = \sum \frac{A}{\lambda^2 - \lambda_i^2}$, les (λ_i) étant les longueurs d'onde correspondant aux périodes propres du corps ; A peut être > 0 ou < 0 suivant le sens de parcours de l'hélice.

Les résultats rappelés ci-dessus et qui concernent les substitutions s'expliquent en supposant que les électrons actifs sont liés au carbone asymétrique. Le degré de saturation des radicaux attachés à ce carbone est important ; on sait que la dispersion de réfraction, explicable également par les périodes propres du corps, est influencée également par la non-saturation.

On a même proposé (Wood) d'expliquer les variations considérables de $[\alpha]$ avec la concentration et la température en admettant une modification du degré d'asymétrie de la molécule et du champ électrique. L'explication par deux modifications isomériques a pour elle dans certains cas la relation numérique de Biot ; il n'y aurait plus de doute si on pouvait isoler les deux modifications.

Lowry, dans une série de communications à la Chemical Society, s'est occupé de savoir si les mesures actuelles vérifiaient ou non la formule de Drude [1]. Il conseille, pour essayer la validité de cette formule, de représenter $\frac{1}{\alpha} = y$ en fonction de $\lambda^2 = x$. Si la formule est valable *avec un seul terme*, on doit avoir $y = ax + b$, c'est-à-dire une droite. Effectivement, si on graphique de cette façon les résultats obtenus dans le spectre visible par Lowry et ses collaborateurs, on constate qu'on obtient une droite pour un certain nombre de corps dont la dispersion est voisine de celle du quartz (II et VI). Il appelle dispersion rotatoire *simple* une dispersion de ce genre ; une période propre située dans l'ultraviolet suffit pour rendre compte de la variation de $[\alpha]$ dans le domaine étudié [2]. Au contraire, pour les tartrates d'éthyle (VI) et de méthyle (VII), il est nécessaire d'employer deux termes ; une telle

1. *Thèse*, 1910.
2. *Zeits. phys. Chem.*, t. LXXVI, p. 469 (1911).

1. Lowry et Dickson (II) : *Chem. Soc.* (1913) (1), p. 1067 ;
— id. — (III) : (1913) (2), p. 1322 ;
— id. — (IV) : (1914) (1), p. 81.
Lowry, Pickard et Kenyon (V) : *Id.*, (1914) (1), p. 94.
Lowry et Dickson (VI) : (1915) (2), p. 1173.
— et Abram (VII) : (1915) (2), p. 1187.
— (VIII) : (1915) (2), p. 1195.
— et Abram (IX) : (1919) (1), p. 300.
Un certain nombre de ces communications concernent en même temps la dispersion rotatoire magnétique (III, IV, V).
2. Toutes les dispersions rotatoires magnétiques sont représentables par une formule à un terme. Je reviendrai ailleurs sur ce fait.

dispersion est dite *complexe*. Il calcule pour les deux tartrates, à l'aide des mesures dans le spectre visible, une formule à deux termes, c'est-à-dire à 4 constantes. Plus récemment, il a repris le matériel expérimental de Rupe déjà cité pour essayer les mêmes calculs (IX). Les mesures de Rupe se représentent bien par une formule à un terme. Il en est de même pour des mesures plus récentes de Rupe sur des échantillons divers de camphylcarbinol [1]. Trois corps seulement font exception : diphénylméthylène-camphre, β-phénylcinnamate, pulégone. « La loi de dispersion simple, vérifiée ainsi pour des corps de structure assez compliquée, doit avoir une généralité très grande et reposer sur une base solide. » Lowry propose même d'en faire un critérium de pureté des corps.

Ces résultats seraient intéressants au point de vue théorique si le domaine spectral étudié avait été plus grand. L'auteur lui-même remarque que « le caractère simple de la dispersion rotatoire ne pourrait être mis en question que si on pouvait avoir des nombres de plus grande exactitude ou si on opérait sur une région plus étendue du spectre ». C'est précisément ce que j'avais fait en 1909-1910, c'est-à-dire beaucoup avant toutes les recherches citées ci-dessus [1]. Dans le but de comparer les dispersions rotatoires naturelle et magnétique, j'avais étudié dans le spectre visible des corps dérivés des essences et, dans le spectre ultraviolet, quatre corps choisis parmi ceux qui avaient été suivis dans le spectre visible : α et β-pinènes (jusqu'à 0 μ 313), hydrure de pinène et camphre (jusqu'à 0 μ 253). Mes mesures n'ont pas la précision qu'indique Lowry pour les siennes, mais cette précision est suffisante pour montrer que la dispersion simple n'est peut-être pas un phénomène aussi général qu'on pourrait le croire.

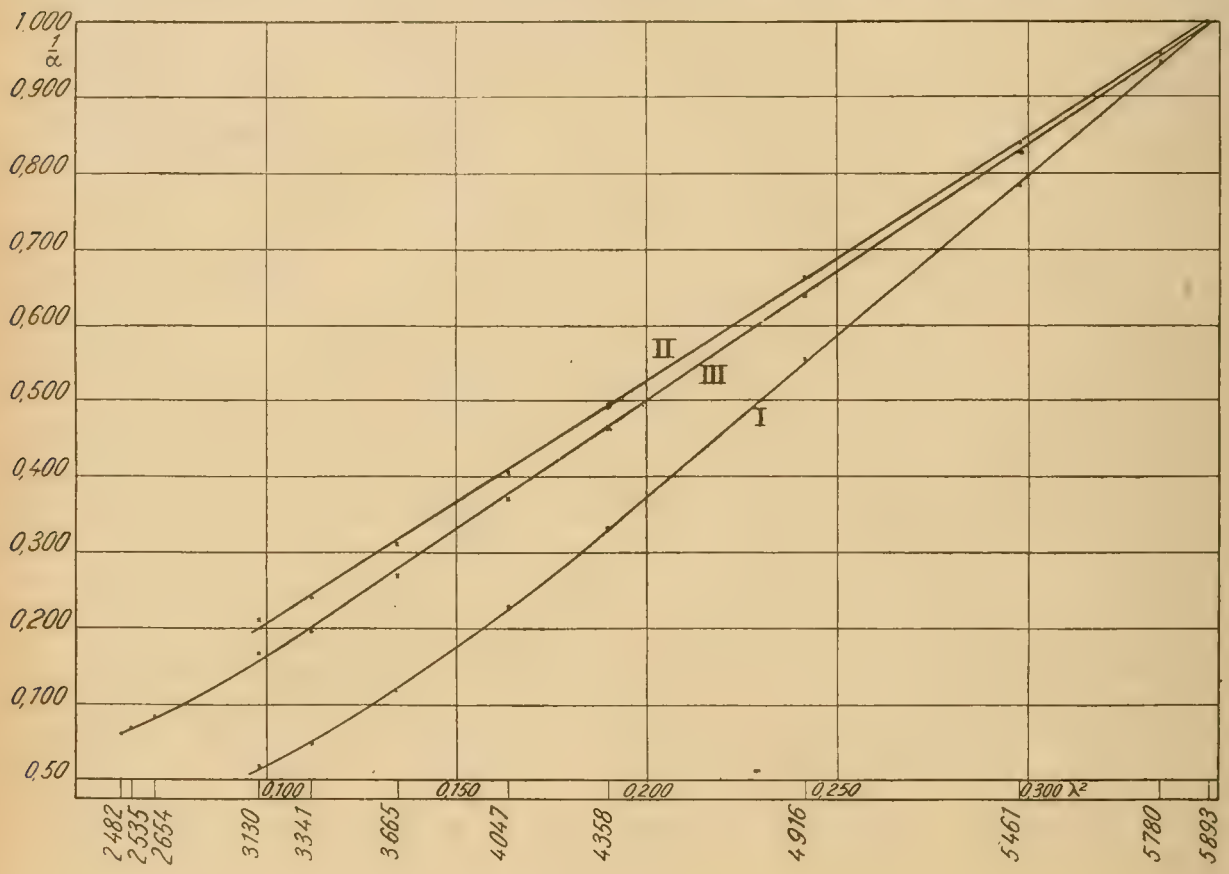


Fig. 5.

Le camphre (dans C^6H^6) aurait une dispersion simple; les méthylène-camphres également. Le (λ_4) pour ces corps est du même ordre de grandeur et voisin du spectre visible (0 μ 295 pour le benzylméthylènecamphre). Si on construit d'après mes mesures la courbe $\frac{1}{\alpha} = f(\lambda^2)$ pour le camphre (dans CH^4O), on obtient la courbe I de la fig. 5. On voit que, de la raie D à la raie indigo du mercure, c'est une droite ; mais dans l'ultraviolet la

1. *Helv. Chim. Acta.*, t. I, p. 452 (1918).

1. Thèse.

courbure est extrêmement nette; elle est déjà sensible pour la raie violette du mercure (4047). Si on n'avait donc à sa disposition que les mesures dans le spectre visible, on conclurait que le camphre a une dispersion simple. On a d'ailleurs d'après le graphique $\lambda^2_1 = 0{,}111$, soit $\lambda_1 = 0\ \mu\ 335$. Nous avons vu que la bande du camphre est plutôt voisine de $0\mu\ 295$. Le camphre a en réalité une dispersion complexe et, pour en

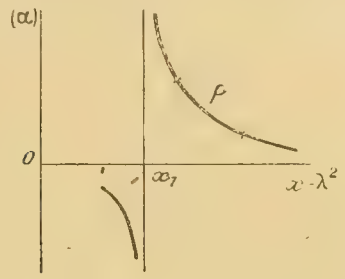


Fig. 6.

rendre compte, il faut au moins deux termes dans la formule. J'ai vérifié qu'une 2e bande située vers $0\mu\ 200$ permettait de calculer les (α) mesurés; ces calculs seront donnés ailleurs.

Les courbes II et III de la fig. 5 représentent respectivement les mesures pour le pinène-α et l'hydrure de pinène. On voit que, pour le premier, la courbure n'est pas visible; il n'a pu être suivi que jusqu'à $0\mu 313$. Au contraire, pour l'autre, elle est très nette; elle commence d'ailleurs plus

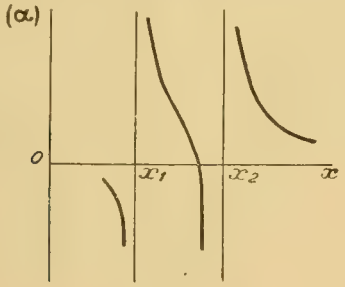


Fig. 7.

tard que pour le camphre, ce qui est compréhensible puisque le corps est encore très transparent à $0\mu 253$; ses bandes d'absorption doivent être plus éloignées. La courbe du β-pinène est anormale (v. plus loin); elle exige donc au moins deux termes [1].

Il semble qu'on puisse conclure de ce qui précède que, si la courbe de dispersion de certains corps semble simple, c'est que leurs bandes d'absorption sont très éloignées dans l'ultraviolet. Les formules simples, utiles au point de vue empirique, n'apprennent rien sur la position véritable des bandes d'absorption. Il est inadmissible qu'on calcule les périodes propres d'un corps par une extrapolation trop étendue. Lowry lui-même a déjà remarqué que, pour une même courbe, deux formules très différentes étaient également bonnes [1] :

Ex. Tartrate d'éthyle	λ_1^2 compris entre	00,25	et 0,035
2 termes	λ_2^2 —	00,80	et 0,065

II. — Formes possibles de courbes de dispersion

Si on admet la formule de Drude, on peut trouver facilement les formes possibles des courbes de dispersion. Il est commode de poser :

$$\lambda^2 = x, \qquad \lambda^2_1 = x_1, \text{ etc.}$$

1° *Une seule période propre.* — Si le (λ_1) correspondant est négligeable (bande très éloignée), on retrouve la formule de Biot. S'il ne l'est pas,

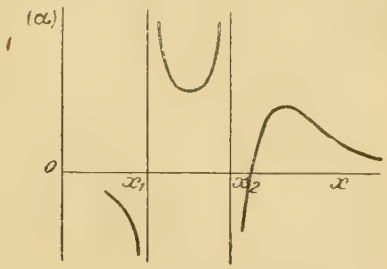


Fig. .

la courbe a la forme représentée par la fig. 6. Généralement λ_1 est dans l'ultraviolet; on observe seulement la portion P de la courbe (dispersion normale).

2° *Deux périodes propres.* — La formule est

$$\frac{A}{\lambda^2 - \lambda^2_1} + \frac{B}{\lambda^2 - \lambda^2_2}.$$

La forme est variable suivant le signe comparé des deux termes A et B.

a) A. B > 0. On peut les supposer tous deux > 0. La courbe est alors celle de la fig. 7.

b) A. B < 0. Les deux termes sont de signe contraire; on peut toujours supposer que le 1er est > 0 et égal à $+a^2$, l'autre < 0 et égal à $-b^2$. La fig. 8 est relative au cas $a > b$. La fig. 9 au cas $a < b$.

Les mesures que j'ai faites sur le β-pinène correspondent à la fig. 8; j'ai observé le maximum

1. Ces résultats sont à rapprocher de ceux obtenus pour le quartz. On l'a considéré longtemps comme suivant la formule de Biot, puis celle de Boltzmann; actuellement il faut trois termes, c'est-à-dire 6 constantes, pour représenter l'ensemble des mesures connues.

1. Lowry considère chacun des termes comme représentant la dispersion d'un des constituants de l'éther.

de rotation et le point $\alpha = 0$. Le camphre, au contraire, correspondrait à la fig. 9 avec le spectre visible en RV. J'ai observé de l'autre côté de la bande λ_2 une portion telle que *mn*.

Les nombreuses courbes de Tschugaeff rentrent dans l'une de ces formes. Si l'on observe trop près des bandes d'absorption, la formule de Drude doit être modifiée (courbes de Cotton et Bruhat).

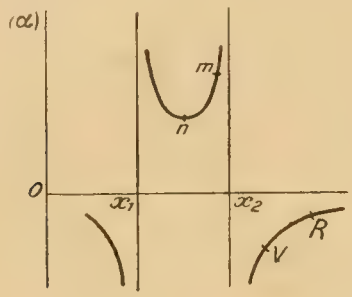


Fig. 9.

L'anomalie peut se superposer dans la bande à la dispersion normale générale, ce qui fournit une courbe du genre de la fig. 10 (Bruhat). On

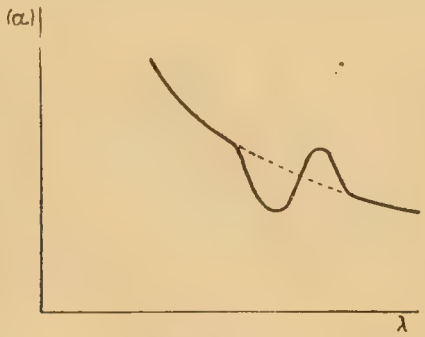


Fig. 10.

voit que les singularités de la courbe (maximum, rotation nulle) apparaissent dans le voisinage de la bande d'absorption ; c'est seulement pour certains rapports des coefficients *a* et *b* qu'elles se produisent.

Lowry a proposé de restreindre l'emploi du terme dispersion anomale usité un peu à tort et à travers. On voit qu'il n'y a dispersion anomale que pour $ab < 0$. Il serait donc intéressant de discriminer de suite : 1° le nombre des termes de la formule ; 2° leur signe et leur grandeur relative. La représentation de Lowry est commode à condition qu'on ne s'illusionne pas sur ses résultats. On peut simplement lui faire un reproche : celui d'exagérer (à cause de λ^2) l'importance du spectre visible et de diminuer l'importance des grandes rotations ultraviolettes $\left(\text{à cause de } \frac{1}{\alpha}\right)$. Je reviendrai ailleurs sur ces questions.

CONCLUSIONS

A la fin de son exposé de 1905, Walden rappelle que le pouvoir rotatoire est un réactif très sensible des changements de constitution des molécules. La mesure de $[\alpha]$ ne doit pas être le seul *but* de l'expérience, mais un *moyen* d'étudier les multiples manifestations de l'activité chimique. Le pouvoir rotatoire doit donner des renseignements sur la constitution de la molécule active et sur la façon dont elle réagit aux influences extérieures. En particulier, si une chimie des combinaisons instables se constitue un jour, Walden espère qu'elle fera un appel sérieux au pouvoir rotatoire. Ces conclusions me semblent devoir être celles de cette revue rapide et forcément incomplète. Nous y ajouterons de plus que, actuellement, la mesure de deux ou plusieurs rotations est aussi facile que celle d'une seule. Sans nier les services considérables qu'a rendus la mesure de $[\alpha]_D$, il serait regrettable de se priver des services supplémentaires que peuvent rendre les mesures de dispersion, et dont j'ai essayé de montrer les plus importants.

E. Darmois,
Professeur de Physique à la Faculté des Sciences de Nancy.

BIBLIOGRAPHIE

ANALYSES ET INDEX

1° Sciences mathématiques

Cartan (E.). — **Leçons sur les Invariants intégraux** (Cours professé à la Faculté des Sciences de Paris). — 1 *vol. in*-8° *de* x-210 *p.* (*Prix :* 20 *fr.*). *J. Hermann, éditeur, Paris*, 1922.

Soit un système d'équations différentielles

$$\frac{dx_1}{dt} = X_1, \ldots\ldots \qquad \frac{dx_n}{dt} = X_n.$$

M. Cartan appelle la solution une trajectoire et t le temps, image commode, de telle sorte que la définition de Poincaré prend la forme suivante : l'invariant intégral est une intégrale qui, étendue à un ensemble E de points simultanés (même valeur de t), ne change pas de valeur quand on déplace les points de E, le long des trajectoires, jusqu'à l'instant t'. En outre, on doit distinguer les invariants absolus et relatifs (pages 25 et 26).

Cette définition est précédée par deux chapitres de mécanique, introduction et initiation agréable. La lecture de tout l'ouvrage est facilitée par des illustrations géométriques et mécaniques, dont la puissance de séduction diminue le caractère d'austérité du sujet, haut et abstrait.

On trouvera (p. 29) une remarque capitale de M. Cartan sur les formes différentielles F et Φ, éléments des invariants intégraux absolus, sur le passage de F à Φ, et de Φ à F. Cette remarque joue un rôle important dans toute la théorie (p. 26).

Il m'est impossible de donner une description, même lointaine, des invariants intégraux, mais je dirai ce que sont les idées principales de ce livre original. D'abord, nous retrouvons tout le problème de Pfaff (théorème p. 43). Les candidats à la licence connaissent un petit cas particulier : $Pdx + Qdy + Rdz = 0$, qui admet une solution $f(x,y,z) = \text{const.}$, seulement dans le cas où cette identité est vérifiée :

$$\Sigma P \left(\frac{\partial R}{\partial y} - \frac{\partial Q}{\partial z}\right) = 0.$$

Nous retrouvons les transformations infinitésimales de Lie, le problème astronomique des n corps, et même (p. 93) le mouvement élémentaire hélicoïdal du solide.

Nous lirons une forte synthèse des équations aux dérivées partielles du premier ordre (formation d'invariants intégraux, nos 141 et 147).

Dans un cours de licence, on doit se contenter de vérifier que la surface intégrale est engendrée par des courbes caractéristiques.

Mais ici (p. 145), ce fait trouve son explication, grâce à la résolution du problème de Pfaff : voilà un fait, éclairé de haut.

Le théorème du chapitre XVIII permet de former les équations du problème des 3 corps, avec un système de référence mobile. Ensuite (p. 180) on passerait au mouvement absolu, par une quadrature.

Les derniers chapitres rejoignent le Calcul des Variations, cette pièce essentielle de la Physique théorique. Par exemple, dans l'Optique, le principe de Fermat considère le rayon lumineux comme étant la trajectoire qui rend minima une certaine durée (p. 196).

Comme conclusion : l'indépendance du repérage de l'espace et du temps, dans l'Optique ; x, y, z et t ne jouent pas des rôles essentiellement différents (p. 203).

Partis de Poincaré, nous côtoyons Einstein, et non point par de vains bavardages.

En un mot, plusieurs catégories de lecteurs trouveront, dans ce beau livre, des orientations, des explications, des lumières *très nouvelles*, et des faits, des exemples remarquables.

Le nom de M. Cartan restera attaché à cette doctrine importante, créée par Henri Poincaré et très perfectionnée, également, par M. Goursat.

ROBERT D'ADHÉMAR.

Emanaud (M.), *Chef des travaux graphiques à l'Ecole Polytchnique.*—**Géométrie perspective.**—*Un volume in*-18 *de* 432 *pages avec* 168 *fig. de l'*Encyclopédie scientifique (*Prix : broché*, 10 *fr.*; *cart.*, 12 fr.). *Gaston Doin, éditeur, Paris*, 1921.

La perspective est à la fois une branche de la Géométrie générale, et une application de cette science à l'art du dessin. Elle est, dans le présent volume, envisagée à ce double point de vue. Dans une introduction de quelques pages, l'auteur étudie deux modes de transformation des figures en rapport étroit avec la perspective : ce sont l'homologie et l'homographie. Cette étude, bien que courte, est complète, car elle est très condensée.

Le chapitre 1er contient des généralités ; il y a diverses espèces de perspectives. La perspective relief, qui a sa traduction artistique dans le bas-relief, est, comme le montre l'auteur, une homologie centrale dans l'espace. Dans ce chapitre, l'auteur démontre un théorème fondamental, qu'il utilise constamment dans la suite : « La perspective d'une figure plane et son rabattement sur le plan du tableau sont deux figures homologiques. » La suite du chapitre contient des applications à la géométrie pure, et en particulier une solution curieuse de ce problème : connaissant deux diamètres conjugués d'une ellipse, construire ses axes.

La mise en perspective est l'objet du chapitre suivant. Les règles ordinaires y sont d'abord exposées ; puis on indique quelles modifications on peut apporter à la construction. Dans la méthode du colonel de la Fresnaye, on n'a à tracer aucune ligne de construction. Cette méthode, curieuse en elle-même, l'est aussi par la proposition de géométrie sur laquelle elle est fondée.

Les constructions directes font l'objet d'un autre chapitre. Je signale la détermination des contours apparents, puis la méthode Cousinery, la méthode Coblyn.

Cette dernière est applicable dans le dessin d'après nature.

Il s'agit ensuite du problème des ombres, avec beaucoup de détails et d'applications, puis de la perspective cavalière, puis de la restitution perspective. Ce dernier problème est d'une grande importance, car le lever photographique des plans en est une application. Mais ce dernier problème, dit l'auteur, n'est pas abordé ici, puisqu'il fait l'objet d'ouvrages spéciaux de l'*Encyclopédie scientifique*.

Le chapitre suivant, sur les instruments perspecteurs, destinés à construire mécaniquement les images, est extrêmement curieux.

Il est question ensuite de la perspective dans l'art. Les artistes commettent quelquefois des fautes. C'est une faute de représenter une baigneuse jouant avec l'image de la Lune réfléchie dans l'eau, car la baigneuse ne voit pas la Lune là où la voit le spectateur. La question de la place du point de vue dans une grande composition est embarrassante, le spectateur devant se déplacer pour examiner le tableau. C'est pourquoi, dans *La prise de la Smala*, au musée de Versailles, dans *Les noces de Cana*, de Paul Veronèse, et *La Cène*, de Léonard de Vinci, il y a plusieurs points de vue.

Le chapitre suivant concerne la perspective théâtrale et la construction des décors. La scène doit être une perspective relief de la réalité, mais les acteurs ne peuvent pas être à l'échelle de leur plan de front. Un dernier chapitre traite de divers sujets : plafonds, panoramas, coupoles, projection stéréographique.

Cet aperçu donne une idée bien imparfaite de cet attrayant ouvrage. Les nombreuses personnes qui aiment à la fois la Géométrie et l'Art prendront un vif plaisir à sa lecture.

J. Richard,
Professeur au Lycée de Châteauroux.

Bordas (Léon), *Inspecteur du contrôle de l'Etat sur les chemins de fer.* — **Leçons sur les Chemins de fer (degré moyen).** — *1 vol. de* XVI + 494 *pages, avec* 157 *fig. dans le texte et hors texte, de la* Bibliothèque d'Enseignement technique et professionnel (*Prix cart. : 15 fr.*). *Gaston Doin, éditeur, Paris*, 1922.

Les *Leçons sur les Chemins de fer* de M. Bordas font partie d'une collection en cours de publication, dont l'objet est de donner aux travailleurs et aux jeunes gens qui se destinent au travail des ateliers, des usines, des entreprises de transport, l'enseignement technique et professionnel qui devient chaque jour plus utile.

En ce qui concerne les chemins de fer, l'auteur envisage trois degrés successifs : le degré élémentaire, qui s'adresse particulièrement aux candidats aux emplois subalternes des chemins de fer ; le degré moyen, destiné aux employés des chemins de fer en général et à tous ceux qui désirent s'initier aux questions de transport ; enfin un degré supérieur, où l'étude est poussée plus avant.

C'est le degré moyen qui vient d'être publié. On trouve exposées, dans cet ouvrage, d'une façon claire et concise, la plupart des questions qui se rattachent aux chemins de fer : d'abord l'établissement du réseau français, les concessions et cahiers des charges, la construction de la ligne, l'établissement des voies, des gares. Vient ensuite une étude sommaire de la locomotive, puis du matériel roulant.

Ces questions, d'ordre technique pour la plupart, ne sont pas celles qui ont reçu les développements les plus longs. C'est surtout l'exploitation technique, les tarifs, les responsabilités du transporteur, l'organisation du personnel que l'auteur a traités le plus complètement, et cette partie de son ouvrage contient de nombreux détails pratiques, souvent peu connus sinon par des spécialistes, et que tous ceux qui font usage du chemin de fer ont intérêt à connaître.

Aussi l'ouvrage de M. Bordas nous paraît à recommander au public en général et non seulement aux employés des chemins de fer ou aux candidats à leurs emplois.

E. Sauvage,
Professeur au Conservatoire national des Arts et Métiers.

2° Sciences physiques

Neveux (V.), *Ingénieur des Arts et Manufactures.* — **Stations Centrales : Postes de transformation et lignes de transmission de force.** — *1 vol. petit in-8° de 239 p. avec 156 fig., de l'*Encyclopédie des Aide-Mémoire Plumon (*Prix : 16 fr.*). *Ch. Béranger, éditeur, Paris et Liége*, 1922.

L'auteur traite de la transmission de l'énergie électrique, depuis l'usine de production jusqu'aux cabines des abonnés; appelé à examiner successivement les postes élévateurs de tension, les lignes à haute tension, puis les sous-stations et enfin le réseau de distribution, il se limite à une description des dispositions classiques, illustrée de données numériques et d'abaques utiles ; il indique des méthodes simples de calcul, pour déterminer la chute de tension et vérifier la résistance mécanique des lignes aériennes.

Cet ouvrage participe des mêmes qualités et défauts que ceux que nous avons déjà relevés dans les deux autres volumes publiés par M. Neveux dans cette même collection. Cet aide-mémoire renferme des renseignements intéressants et une documentation variée, mais il constitue une œuvre par trop impersonnelle, il est difficile à consulter et surtout pèche par sa rédaction.

Signalons enfin que, sur certains points de détail, les renseignements fournis ne sont plus conformes aux règlements en vigueur, l'arrêté ministériel du 21 mars 1911, qui est reproduit, étant annulé par celui du 30 juillet 1921.

A. L.

Rouelle (Cl J.). — **La Fonte** (Elaboration et travail). *1 vol. in-16 de 192 p. avec 29 fig.* — **L'Acier** (Elaboration et travail). — *1 vol. in-16 de 200 p. avec 45 fig. de la* Collection Armand Colin (*Prix de chaque vol. : broché, 5 fr. ; cart., 6 fr.*). *Librairie Armand Colin, Paris*, 1922.

L'auteur étudie dans chacun de ces deux ouvrages les procédés de production, les principales propriétés, les conditions de travail et les principaux emplois de

la fonte d'une part, des fers et aciers d'autre part ; il a su résumer son sujet très heureusement, ce qui n'était pas facile, en donnant bien l'essentiel sur chaque question qu'il y avait à exposer.

Le volume consacré à la *Fonte* comprend les parties suivantes : *Elaboration de la Fonte* (minerais de fer ; fabrication de la fonte ; diverses espèces de fonte ; détails du haut fourneau; fontes spéciales) ; puis *Travail de la fonte* (fonte de moulage et appareils de fusion ; moulage en sable, en terre et en coquille ; usages de la fonte moulée; essais mécaniques des fontes; fonderies d'acier et de cuivre).

Le volume consacré à *l'Acier* comprend les parties ci-après : *Elaboration de l'acier* (puddlage; convertisseur Bessemer ; convertisseur Thomas; four Martin; acier au creuset; acier de cémentation) ; puis *Travail de l'acier* (constitution et essais mécaniques et chimiques ; travail à chaud, c'est-à-dire forgeage, matriçage, laminage ; travail à froid, c'est-à-dire tréfilage et étirage; traitements thermiques ; choix des aciers à utiliser).

Le four électrique n'est pas traité; il doit faire l'objet d'un volume spécial de la Collection.

L'auteur aurait pu s'étendre un peu plus sur les divers sens dans lesquels les mots de fer et acier sont employés par les métallurgistes, les commerçants et le public, parce que cela prête souvent à des confusions. Le chapitre du premier volume consacré à la fonte aciérée, et divers petits détails dans le cours des deux ouvrages, appelleraient une discussion technique qui ne peut évidemment trouver place ici.

Au total, livres de vulgarisation d'une lecture extrêmement recommandable à toutes les personnes désireuses d'acquérir de bonnes notions générales sur la métallurgie de la fonte et de l'acier, qui est une des grandes industries de notre pays.

J. Seigle,
Professeur de Métallurgie
à l'Ecole sup. de la Métallurgie et de l'Industrie
des Mines de Nancy,
Ancien Directeur des Aciéries d'Imphy
et des Usines Métallurgiques de Decazeville.

Fritsch (J.). — Fabrication et raffinage des huiles végétales (Manuel à l'usage des fabricants, des raffineurs, courtiers et négociants en huiles). 3e édition. — *1 vol. in-8° de 723 pages, avec 99 fig. (Prix : 45 francs). Librairie Desforges, éditeur, Paris*, 1922.

Cet ouvrage est divisé en quatre parties : 1° Fabrication des huiles ; 2° Monographies des huiles ; 3° Epuration des huiles; 4° Analyse des huiles d'olives comestibles et industrielles.

Dans la première partie, l'auteur passe d'abord en revue les propriétés physiques et chimiques des corps gras. Les deux chapitres consacrés à cet exposé sont vraiment sacrifiés. Les méthodes de détermination des principales constantes physiques et chimiques des matières grasses n'y figurent point et l'on peut y relever nombre d'archaïsmes et d'erreurs.

M. le Professeur Sabatier reçoit une sérieuse leçon de syntaxe à propos du mot hydrogénation. Ce mot, nous dit l'auteur, n'est pas conforme au génie de la langue française, car on ne dit pas oxygénation, mais oxydation, d'où la conclusion que l'on doit dire hydration. M. Fritsch oublie donc que les combinaisons de l'hydrogène avec les métaux s'appellent des hydrures et non des hydrides ; laissons de côté le génie de la langue et reconnaissons simplement que la logique imposerait le mot hydruration, conforme aux mots chloruration, bromuration, sulfuration, etc. Mais pourquoi vouloir changer une appellation consacrée par l'usage ; M. Sabatier l'a employée après bien d'autres, l'importance et le retentissement de ses travaux peuvent bien nous la faire accepter.

Les chapitres suivants de cette première partie sont consacrés aux méthodes d'extraction des huiles végétales ; l'auteur passe en revue le nettoyage, le décortiquage, le broyage et l'expression des graines oléagineuses.

Pourquoi nous décrire un aussi grand nombre d'appareils anglais ou américains ? Nous pouvons trouver en France des constructeurs capables de fabriquer avec tout le soin désirable les appareils nécessaires à l'industrie de l'huilerie, sans être obligés d'importer des machines étrangères au cours actuel du change. La presse continue est une intéressante acquisition dont l'art de l'ingénieur a récemment doté l'industrie de l'huilerie. L'auteur nous indique qu'elle est fabriquée en Angleterre. Heureusement, l'éditeur mieux avisé signale dans les quelques pages de publicité qui font suite à l'ouvrage qu'un industriel français la construit aussi.

Le sixième et dernier chapitre de la première partie traite de l'extraction des huiles par les dissolvants. Parmi les dissolvants chlorés qui ont été essayés récemment, avec plus ou moins de succès, pour l'extraction des huiles : diéline, triéline, tétraline, M. Fritsch n'en retient qu'un seul, la triéline ou éthylène trichloré, mais il commet à son sujet une grave erreur car il le confond avec le chlorure d'éthyle. « Le trichlorure d'éthylène C^2H^5Cl, nous dit-il page 157, se prépare en faisant arriver des vapeurs de HCl dans une dissolution de $ZnCl^2$ dans l'alcool...il forme un liquide éthéré, incolore, bouillant à 120,5, d'une densité de 0,921. »

La deuxième partie de l'ouvrage renferme les monographies des huiles végétales, qui sont classées en huiles non siccatives, siccatives, demi-siccatives et huiles concrètes. Certaines de ces monographies sont assez complètes, mais les indications bibliographiques y sont généralement rares et s'arrêtent bien souvent à une date lointaine. Au sujet des huiles du groupe chaulmougrique, par exemple, l'auteur se contente de reproduire sans y rien changer le court paragraphe consacré dans l'édition précédente à l'huile de chaulmoogra. La famille botanique à laquelle appartient le *Taraktogenos Kurzii* n'est pas signalée, ni le pouvoir rotatoire, ni la composition chimique de l'huile ; il n'est pas question non plus des autres huiles fournies par des végétaux de la même famille. L'existence des si curieux acides chaulmoogrique et hydnocarpique ne semble pas intéresser l'auteur et, omission grave, il ne nous dit point que ces huiles sont toxiques et que leur application à

l'alimentation humaine a provoqué en Allemagne, en 1910, un nombre considérable d'empoisonnements.

La troisième partie, raffinage des huiles, aurait plus logiquement trouvé place à la suite de la première, dont elle n'est en somme que le complément.

La quatrième partie, analyse des huiles d'olive comestibles et industrielles, est la reproduction d'un rapport de MM. Müntz, Durand et Milliau déjà fort ancien, puisqu'il remonte à 1894.

Pour écrire un ouvrage du genre de celui de M. Fritsch, il faudrait posséder à la fois la compétence d'un chimiste versé dans l'étude des corps gras, celle d'un botaniste connaissant à fond les produits oléagineux et celle d'un technicien de l'huilerie. Certes il est difficile à un seul homme de réaliser toutes ces conditions, du moins peut-il se documenter auprès des spécialistes de ces diverses branches.

En somme, l'ouvrage de M. Fritsch est une compilation laborieuse. Le public auquel il s'adresse y trouvera un certain nombre de renseignements utiles, mais il y trouvera aussi bien des omissions et plus que quelques erreurs.

E. André.

3° Sciences naturelles

Chautard (Jean). — **Les Gisements de Pétrole.** — *1 vol. in-16 de l'*Encyclopédie scientifique, *de 330 pages avec 42 fig. (Prix : 14 fr.). Gaston Doin, éditeur, Paris,* 1922.

Ce premier volume de la « Bibliothèque de Géologie et de Minéralogie appliquées », dirigée par M. le professeur Cayeux, est présenté par le savant spécialiste roumain du pétrole, M. L. Mrazec, qui rappelle en traits saisissants quelle est l'importance actuelle de l'étude des gisements pétrolifères ; or, il n'existait jusqu'ici, sur ce sujet, aucun ouvrage écrit en langue française : celui de M. Chautard comble donc, suivant l'expression consacrée, une regrettable lacune.

L'auteur n'a pas voulu, d'ailleurs, donner un traité destiné aux seuls spécialistes, qui pourront y trouver, néanmoins, un bon résumé de la question ; mais il a su mettre à la portée de tous, étudiants, ingénieurs, industriels et économistes, la matière dont il traite avec une réelle compétence, car M. Chautard est lui-même un technicien réputé.

Un premier chapitre sur la classification et les propriétés des pétroles, bitumes et gaz naturels est suivi du traditionnel exposé des théories sur l'origine des hydrocarbures, dont « la matière première serait en majeure partie d'origine animale et pour faible partie d'origine végétale ». Puis l'auteur expose ses idées sur la géologie des dépôts pétrolifères et la « mise en gisement », partie qui méritait d'être développée davantage ; il suit de près la classification tectonique de M. Mrazec.

Sous le titre « Les régions pétrolifères », M. Chautard consacre plus de 120 pages à la description sommaire des principales régions productrices et de celles où ont été observés des hydrocarbures naturels susceptibles d'être en relation avec des gisements de pétrole ; une place, naturellement disproportionnée à leur importance réelle, mais qu'explique assez l'intérêt que nous devons leur accorder, est réservée aux gisements français d'Alsace et aux indices relevés en France, dans ses colonies et les pays où s'exerce son protectorat : il m'a paru que la valeur de ces derniers est plutôt sous-estimée. C'est évidemment cette partie de l'ouvrage qui nécessitera une mise au courant et des développements nouveaux à chacune des éditions que nous en donnera M. Chautard ; l'étude géologique des zones pétrolifères conduit chaque jour à des découvertes remarquables, même dans les régions considérées jusqu'ici comme les mieux connues : il n'est pas douteux que nous touchons au moment où la synthèse de ces observations multiples et minutieuses nous permettra de suivre des règles à peu près sûres dans la recherche des gisements.

En attendant, l'auteur rappelle quels sont les procédés à recommander aux prospecteurs et décrit très brièvement les divers systèmes de forage, l'extraction, le transport et le traitement industriel des produits. Il termine par un exposé très judicieux des grands problèmes économiques liés à la question du pétrole. Un index bibliographique et géographique et des tables détaillées complètent utilement ce petit livre.

M. Dalloni,
Professeur à la Faculté
des Sciences d'Alger.

Arbos (Philippe). — **La Vie pastorale dans les Alpes françaises. Etude de Géographie humaine.** — *1 vol. gr. in-8° de 720 pp. avec 54 fig. et 16 pl. dont 2 en couleurs (Prix : 28 fr.). Librairie Armand Colin, éditeur, Paris,* 1922.

On peut définir la Vie pastorale : un genre de vie fondé sur l'exploitation extensive des pâturages. Les bestiaux opèrent des déplacements périodiques à mesure qu'ils en épuisent les ressources nutritives et entraînent avec eux leurs gardiens. Là où l'élevage est un succédané de la culture intensive, il n'y a pas de vie pastorale.

L'activité pastorale est énorme dans les Alpes. Pour l'indigène, peu soucieux de la toponymie, les vraies montagnes ne sont pas les reliefs, mais bien les vastes étendues gazonnées.

La zone pastorale est constituée par la *prairie alpine* (hauts pâturages), et par la *prairie pseudoalpine* : anciens territoires boisés qui ont été convertis en pelouses au cours des temps.

Les montagnards luttent contre l'arbre au profit de l'herbe, et la forêt recule devant le pâturage dans les limites imposées par la morphologie du terrain.

L'auteur décrit la propriété ancienne et actuelle des pâturages, les droits d'usage que les communautés rurales y ont exercé de tout temps, ou le mode collectif de propriété, la fauchaison et le transport des foins, les cultures et l'habitat permanent dans la zone pastorale, la lutte contre l'hostilité du climat à l'exploitation, les combinaisons de l'agriculture et de l'élevage dans l'économie alpine.

Le fonds de l'élevage alpin est constitué par le bétail bovin et ovin, de sorte que ses caractères dépendent

de la répartition géographique de ces deux groupes. Des élevages accessoires sont constitués par les porcs, chèvres, chevaux et mulets.

Les pays du mouton sont tous dans les Alpes du Sud, soumis au climat méditerranéen, tenant plus de la garrigue que du gazon alpestre. Les pays de petit bétail sont les Préalpes méridionales ; les pays de gros bétail : Savoie et Dauphiné humide. La transformation du système agronométrique a permis, en améliorant la nourriture du bétail, de sélectionner les animaux.

La vache tarine, vigoureuse, sobre, agile, dérivant de la grande race brune des Alpes, donne une production de lait annuelle variant de 1.800 à 2.000 litres. — Les races du Villard de Lans et d'Abondance, rattachées au type jurassique, fournissent 2.500 litres de lait en 7 mois de lactation, en atteignant facilement 3.000 litres. La fixation de ces races profite au progrès des fruitières ramassant le lait des Alpes humides et y joignant celui qui est manipulé l'été dans les montagnes. L'ensemble de la production laitière donne le gruyère, la tomme et le beurre. Les fromages bleus ou persillés sont fabriqués avec du lait de brebis ou de chèvre mélangé à celui des vaches.

Des pays mixtes sont constitués par : la dépression subalpine au sud du Grésivaudan ; l'arrière-pays de la Riviera caractérisé par son gros bétail et l'envoi des produits laitiers à la Riviera, et les formes évoluées de l'élevage ovin ; les Hautes-Alpes intérieures du Dauphiné et de la Provence, caractérisées par l'élevage actuel, la médiocrité des ressources fourragères et l'importance de l'estivage.

Le genre de vie Savoyard est conditionné par la grande et la petite montagne. Agriculteurs et éleveurs, les paysans des Alpes se débarrassent de leurs animaux pendant les travaux de la saison.

La distinction entre les grandes et petites montagnes affecte le mode d'exploitation des pâturages, soit en coopération (fruit commun), soit individuellement.

On se procure le capital animal nécessaire à cette exploitation, si on ne le possède pas, par voie d'achat ou d'emprunt.

La période d'inalpage en grande montagne dure trois mois environ. Les animaux descendent des pâturages vers la fin de septembre. Dans les petites montagnes, soumises à un climat moins rude, l'occupation, plus longue, dure environ quatre mois.

Dans les grandes montagnes, on emploie le système des *remues* : mode d'exploitation par habitats temporaires.

Peu nombreuses dans les massifs cristallins, les remues se multiplient sur la zone herbeuse aux vastes pentes. Le bétail n'est enfermé que dans les pays à climat rude et dans ceux où il n'y a pas de remues, cas de la petite montagne dont le caractère pastoral règle l'activité.

Dans les G. M. les migrations sont simples (massifs cristallins) ; le bétail partage sa vie entre la maison permanente et l'alpe.

Quand les migrations sont complexes, les animaux s'arrêtent quelque temps, à la montée ou à la descente, aux *montagnettes* et passent octobre et novembre en dessous du village dans les granges éparses au fond de la vallée.

Dans les P. M., il y a un seul étage d'habitats temporaires superposé au village ou encore au-dessus de celui-ci, deux étages d'habitats.

On constate que la décadence de la vie pastorale est plus accentuée dans les pays de P. M., la main-d'œuvre se raréfiant à cause de l'activité des usines hydro-électriques.

En Savoie, les Bauges et le Genevois juxtaposent les deux types essentiels de la vie pastorale. Dans les Bauges, les mouvements des hommes ont moins d'importance que ceux du bétail ; dans le Genevois, au contraire, le bétail entraîne avec lui la majorité de la population à cause de la juxtaposition des P. et G. montagnes.

Une partie de l'ouvrage a trait au genre de vie des Préalpes méridionales, caractérisé par l'absence de migrations pastorales, et des Alpes provençales : séjour permanent des vaches au village, migrations des bœufs et des moutons.

La transhumance est ensuite étudiée. La transhumance *normale* est celle qui mène estiver des bas pays méditerranéens d'immenses troupeaux de moutons vers les Alpes. La transhumance *inverse* conduit hiverner dans les plaines extérieures aux Alpes ou dans les régions peu élevées de leur rebord, des animaux (ovins en majorité) appartenant à des montagnards.

La T. I. subsiste encore de la haute Provence et des Alpes maritimes vers la basse Provence et le littoral méditerranéen. Quant à la T. N. elle conditionne l'exploitation des moutons au pays d'Arles. La vie d'hiver des animaux se passe d'octobre à mai. A cette époque, mai, a lieu la mise en route vers les Alpes soit par voie ferrée, soit par routes. Dans le deuxième cas, chaque troupeau s'en va individuellement sous la conduite d'un berger. On s'arrête au milieu du jour, marchant la nuit pour profiter de la fraîcheur. De temps à autre, le berger achète un morceau de pâture où les animaux se repaissent. On peut évaluer le nombre des transhumants à 300.000 environ.

Un chapitre est consacré à l'habitat pastoral : la *maison rudimentaire* : une seule pièce où les animaux et les hommes passent toute l'année en commun ; la *maison élémentaire*, où l'écurie est séparée de la cuisine-chambre ; la *maison en hauteur* : les habitants occupant l'étage supérieur à l'écurie avec grenier en dessus.

Pour l'habitat temporaire, on utilise les *halles* dans les montagnes à moutons et en grande montagne la *cave* ou *chalet* avec les halles, au quartier général. L'habitat aux remues est constitué par des camps volants, pierres sèches avec toit de planches et annexe pour déposer le lait.

En petite montagne, ce sont de petites maisons où la place est surtout réservée aux animaux. En montagnette, milieu entre le village et l'alpe, l'habitat se rapproche de la maison permanente et du chalet de montagne. Les *granges* sont destinées uniquement au logement des animaux ; le grenier à foin est établi sur l'écurie. Enfin les *fenils* sont localisés dans les prairies inférieures au voisinage des maisons permanentes.

La circulation commerciale a trait au bétail et aux produits laitiers. Les Alpes exportent le bétail de boucherie et en reçoivent également du dehors.

Une partie des animaux restent à l'intérieur de la chaîne, alimentant les agglomérations. Les échanges ont lieu dans les foires établies suivant un rythme saisonnier. L'hiver étant la morte-saison, le trafic atteint son maximum en avril dans le sud et en mai-juin dans le nord. Les foires dites : froides multiplient en automne les relations commerciales.

En résumé, ce livre se lit d'un bout à l'autre avec le plus vif intérêt. A côté d'une copieuse documentation scientifique qui a nécessité de patientes recherches et de nombreuses courses, l'ouvrage s'éclaire de nombre de pages d'une jolie tenue littéraire et d'une sensibilité émue. On sent que l'auteur a vécu la vie des hautes altitudes ; il a su en goûter et faire partager au lecteur la calme sérénité et l'intense poésie.

Les considérations de la géographie économique sont fortement appuyées par une étude rationnelle du sol et les rapports nécessaires de la géologie avec la végétation sont nettement mis en valeur.

L'ouvrage de M. Ph. Arbos est en somme une belle étude régionale qui apporte une contribution des plus importantes à la géographie humaine dans les Alpes françaises.

MARC LE ROUX,
Docteur ès sciences.

Roule (Louis), *Professeur au Muséum national d'Histoire naturelle.*— **Les Poissons migrateurs, leur vie et leur pêche.** UN IMPORTANT PROBLÈME D'HISTOIRE NATURELLE OCÉANOGRAPHIQUE ET ÉCONOMIQUE. — 1 *vol. in*-16 *de* 175 *p. de la* Bibliothèque de Culture générale (*Prix*: 4 *fr.* 50). *E. Flammarion*, *Paris*, 1922.

Il n'est pas de meilleur moyen de faire connaître le but de l'auteur et la manière dont il l'a atteint que de se référer à son Introduction, où l'un et l'autre sont exposés avec la plus grande netteté. M. Roule commence par montrer l'importance capitale et générale du problème des Poissons migrateurs. « A mon point de vue, dit-il, le problème des migrations se présente comme un enchaînement sérié, régulier, d'habitats successifs, dont il s'agit d'établir les limites et de trouver la raison. C'est dans ce sens que j'ai dirigé mes recherches... Mais je ne les avais pas encore rassemblées en un corps doctrinal, les envisageant seules pour tirer d'elles leur substance principale. C'est à cet objet que le présent ouvrage est destiné. » Voilà pour le but, et voici la manière : « Un livre de culture générale ne doit rebuter, ni par une langue trop technique, ni par une exposition trop minutieuse et détaillée. Il lui faut, à chaque page, s'ouvrir sur la science entière, et entraîner avec lui l'esprit de son lecteur. » Une liste bibliographique complète très heureusement l'ouvrage, comportant et des travaux de techniciens, et des œuvres de biologie générale ou même de philosophie naturelle. « Les deux, ainsi juxtaposés, montrent nettement, par cette alliance, toute la grandeur du problème envisagé, qui, sur ses bases de patientes recherches, se dresse au plus haut des conceptions actuelles sur l'histoire des êtres vivants. »

Un tel sujet demandait à être traité avec une clarté parfaite, pour ne pas mêler les divers aspects du problème, pour ne pas embrouiller les réalités avec les légendes et les notions à acquérir avec les notions acquises. Aussi un premier chapitre est-il consacré à présenter des « considérations préliminaires sur les migrations des Poissons », à poser les termes du problème et à établir le plan de l'ouvrage.

Les quatre chapitres suivants sont destinés à raconter l'histoire même des migrateurs, en insistant pour chacune des catégories que l'on peut reconnaître parmi eux sur un type représentatif : le Saumon pour les potamotoques, l'Anguille pour les thalassotoques, le Thon pour les saisonniers.

Faut-il évoquer « ces migrations remarquables, dont certains épisodes, en sus de la curiosité satisfaite et de l'enseignement reçu, figureraient aisément parmi des relations de voyages ou d'aventures ». Tous les lecteurs s'intéresseront très vivement au récit qu'en fait M. Roule, d'un style attrayant, abondant et très imagé. Tous suivront avec une curiosité jamais lassée le Saumon remontant les cours d'eau jusque dans les plus petites rivières et les ruisseaux, à la recherche de plus en plus d'oxygène et y allant pondre, puis, alevin, redescendant à la mer, fuyant la lumière et cherchant une nourriture plus abondante ; — l'Anguille, remontant le cours du Gulf-Stream à la recherche d'une température de plus en plus élevée, allant pondre dans la mer des Sargasses, puis revenant, comme larve, à l'eau douce des continents ; — le Thon, grâce à sa sensibilité à la salinité et à la température, guidé par les saisons de région en région. Ce qui retiendra davantage l'attention des hommes de science peut-être, c'est l'ensemble des idées de l'auteur sur le déterminisme des migrations.

M. Roule rejette délibérément la notion banale d' « instinct », comme dépourvue d'une précision suffisante, la remplaçant par celles de tropisme et de sensibilité différentielle. Ainsi chacun des chapitres consacrés à l'étude des diverses catégories est-il suivi de l'étude des tropismes migrateurs : branchiotropisme à la montée et phototropisme négatif à la descente pour le Saumon et les potamotoques en général, thermotropisme et branchiotropisme pour l'Anguille et les thalassotoques en général, tropismes halo-thermiques pour le thon et les saisonniers en général.

Dans ses deux derniers chapitres, M. Roule envisage le problème des Poissons migrateurs dans son ensemble, d'abord au point de vue océanographique [ch. VI], puis au point de vue économique [ch. VII]. Un simple coup d'œil sur les sommaires de ces chapitres permettra déjà de saisir le puissant intérêt des sujets qui y sont traités et de suivre l'enchaînement logique et nécessaire des idées :

Ch. VI. — I, Caractère spécial des migrations chez les Poissons ; II, Classement des Poissons migrateurs ; III, Classement des migrations ; IV, L'habitat des migrateurs ; V, La qualité migratrice ; VI, Le déterminisme migrateur ; VII, L'euphorie et le méliorisme des migrateurs.

Ch. VII. — I, Le poisson, gibier de pêche ; II, Le poisson, transformateur alimentaire ; III, Périodes

d'abondance et périodes de disette ; IV, Piscifacture et immersion d'alevins; V, L'Océanographie et le progrès de l'industrie des pêches.

Nous ne saurions exposer dans le détail toutes les conclusions de cet excellent petit livre. Citons seulement celles qui sont sans nul doute les plus importantes et qui retiendront le plus vivement l'attention, tant des biologistes que des océanographes et — il faut l'espérer — des praticiens de la pêche :

« Cet instinct [l'instinct de la migration, si l'on veut employer ce terme pour désigner de façon commode, et sans trop préciser, l'ensemble des actions et des réactions qui interviennent dans ce phénomène], cet instinct n'est pas psychique, mais somatique et général. Il appartient à l'organisme entier ; il consiste en un accord entre les conditions internes de cet organisme à un moment donné, et les conditions extérieures du milieu environnant à ce même moment... Aussi les études futures sur les poissons migrateurs ne devront-elles pas se borner à des recherches les concernant seuls. On n'obtiendrait ainsi qu'une part de la solution, et la plus restreinte. Il leur faudra s'attacher en outre à des investigations minutieuses sur le milieu aquatique, et sur ses divers états, considérés par rapport aux phases successives de la vie individuelle, comme aux dispositions de l'organisme. Ces études seront à la fois dynamiques et statistiques, océanographiques et morphologiques » [p. 151-152].

« ... Aussi les observations et les expériences sur la structure et la biologie des Poissons, sur celles des êtres qui vivent auprès d'eux, les explorations océanographiques avec leurs dragages, leurs sondages, leurs mesures de diverses sortes, les collections assemblées à grands frais et à grand travail, ont-elles leur haute importance quant aux pêches. Tout se tient dans le milieu marin ; chaque chose, même la plus minime, se relie à ses voisines. Rien, en somme, n'y est indifférent. Même les données les plus lointaines en apparence, mises un jour en leur place, finissent par avoir leur utilité... Lorsque seront connues en entier les habitudes des poissons migrateurs et les conditions qui les déterminent, on pourra se dégager de la routine où l'on est encore, et bénéficier du travail accompli. »

On voit à quel point M. Roule a raison de déclarer dans son introduction, en posant les termes du problème : « Autant de questions qui intéressent à la fois le naturaliste, l'économiste, le pêcheur. » Il est superflu de souhaiter à cet ouvrage un succès qui lui est assuré et qui contribuera sans doute pour sa part à nous « dégager de la routine ».

JEAN DELPHY,
Chef de travaux à l'Ecole pratique des Hautes-Etudes.

Cuénot (Louis), *Professeur à la Faculté des Sciences de Nancy.* — **Faune de France. IV. Sipunculiens, Echiuriens, Priapuliens.** — 1 *vol. in-8° de 31 p. avec 14 fig.* (*Prix* : 3 *fr.* 50). *Librairie P. Lechevalier, Paris*, 1922.

Le 4e fascicule de la *Faune de France* est consacré à l'ancien groupe des Géphyriens, aujourd'hui démembré en trois classes autonomes : Sipunculiens, Echiuriens et Priapuliens. Treize espèces seulement habitent nos côtes. L'ouvrage de M. Cuénot comprend trois parties correspondant aux groupes traités : chacune commence par une introduction générale anatomique et biologique. Puis un tableau dichotomique conduit au nom spécifique, renvoyant lui-même à la diagnose complète. L'illustration est malheureusement un peu insuffisante. Un ouvrage destiné à permettre à un non-spécialiste l'identification d'une espèce ne saurait donner trop de figures puisque le lecteur ignore, ce que sait le spécialiste, la valeur relative des caractères, ceux qu'il faut rechercher, et le moyen de les découvrir. Quoi qu'il en soit, le volume de M. Cuénot rendra de précieux services à nos zoologistes marins en leur fournissant, réunis, un grand nombre d'utiles renseignements qui leur étaient, jusqu'ici, peu accessibles en raison de leur grande dispersion et de l'absence d'ouvrage descriptif élémentaire.

TH. MONOD.

4° Sciences médicales

Damaye (Henri), *Médecin des Asiles.* — **Le médecin devant l'assistance et l'enseignement psychiatriques.** — 1 *vol. in-12 de 126 pages. A. Maloine et fils, éditeurs, Paris*, 1922.

C'est un livre dans lequel sont exposées les questions générales intéressant la Psychiatrie et les perfectionnements qu'on est en droit d'attendre dans ce service important. L'auteur déplore l'ostracisme dont reste frappée cette spécialité, qui est à peine enseignée dans les facultés, qui n'attire guère les étudiants, à laquelle ne se consacrent que rarement les sujets d'élite, car ceux-ci préfèrent reporter leur activité sur des branches plus fructueuses de la pratique médicale.

Il reste énormément à faire pour que le recrutement des médecins des asiles puisse rivaliser comme attrait avec celui de médecin des services hospitaliers.

La très grosse question des fonctions de Médecin-Directeur des asiles est toujours en suspens, dans l'attente d'une solution satisfaisante à la fois pour le bien du service administratif et pour celui des malades, pour celui des médecins aussi.

Il est à souhaiter aussi que le psychiatre ne se spécialise pas trop tôt, qu'il reste en contact avec la médecine générale, qu'il soigne réellement ses malades dans toutes leurs indications cliniques, qu'il ne se borne pas aux mesures administratives d'isolement.

Voilà tout un énorme programme qui ne recevra probablement que bien lentement satisfaction, mais il fallait un certain courage pour tout dire, pour stimuler les bonnes volontés assoupies, et cette revue générale est très intéressante. Elle doit être lue non seulement par les psychiatres, mais par tous les médecins qui s'intéressent aux idées générales en médecine.

Dr P. CHAVIGNY,
Professeur à la Faculté de Médecine de Strasbourg.

ACADÉMIES ET SOCIÉTÉS SAVANTES

DE LA FRANCE ET DE L'ÉTRANGER

ACADÉMIE DES SCIENCES DE PARIS

Séance du 27 Novembre 1922

1° Sciences mathématiques. — M. **P. Fatou** : *Sur certaines fonctions uniformes de deux variables.* — M. **S. Sarantopoulos** : *Sur le nombre des racines des fonctions holomorphes dans une courbe donnée.* — M. **Alf. Guldberg** : *Sur les valeurs moyennes.* — M. **J. Rueff** : *Théorie des phénomènes de change* (voir la *Revue* des 30 novembre, p. 645, et 15 décembre, p.682). — M. **M. Brillouin** : *Gravitation einsteinienne. Statique. Points singuliers. Le point matériel. Remarques diverses.* L'auteur signale un certain nombre de problèmes à élucider si l'on veut pousser plus avant l'étude de la gravitation einsteinienne. — M. **H. Fabre** : *Sur le vol à voile en Méditerranée.* L'auteur conclut que, si l'oiseau placé dans un courant d'air sinusoïdal laisse faire à ses ailes les mêmes changements d'incidence par rapport à l'horizontale qu'elles sont habituées à faire par le vol ramé, il sera sustenté exactement comme dans le vol ramé. — M. **E. Fournier** : *Expériences de guidage, par brume, des dirigeables au moyen du procédé W. A. Loth et leurs conséquences.* L'auteur a appliqué aux aéroplanes le procédé de guidage employé par M. Loth pour les navires au moyen d'un câble enterré parcouru par un courant. Ce procédé pourra être employé au Sahara, où la radiogoniométrie est impuissante, dans ces régions désertiques surchauffées, à maintenir les avions dans la bonne route d'un relai à l'autre. — M. **A. Buhl** : *Sur le mouvement séculaire du périhélie de Mercure.* Critique des objections présentées par M. Le Roux dans une note récente. — M. **W. D. Mac Millan** : *La densité moyenne de l'Univers peut-elle être finie ?* L'auteur est partisan de l'hypothèse d'un Univers « grossièrement uniforme » et écarte l'objection que Seeliger avait formulée contre cette conception.

2° Sciences physiques. — M. **R. Soreau** : *Lois de variation, dans la troposphère, des caractéristiques de l'air standard avec l'altitude.* L'auteur montre que les fonctions M et L d'un air standard d'année se conservent sur des étendues considérables, telles que l'Europe tempérée, en sorte que p_0 et a_0 suffisent pour caractériser l'air standard d'une région. — M. **Ch. Maurain** et Mme **de Madinhac** : *Evaluation de l'intensité de courants électriques verticaux traversant le sol en France.* Les auteurs ont trouvé que, sur une étendue de 415.000 km² comprenant la plus grande partie de la France, le courant vertical traversant la surface serait dirigé vers le haut et aurait une intensité totale de 1.800 ampères, soit 0,0043 amp. par km². — M. **A. Nodon** : *Sur l'action solaire à distance.* L'auteur confirme ses précédents résultats relatifs aux ultraradiations solaires, lesquelles influeraient d'autre part sur les effets d'ionisation produits en présence d'une substance radio-active. — M. **A. de Gramont** : *Raies ultimes et séries spectrales.* L'auteur montre que la connaissance des raies ultimes pourrait être utilisée avec quelque avantage pour la recherche des séries, encore inconnues pour la majorité des éléments, et particulièrement pour ceux dont les raies sont très nombreuses comme le fer, le vanadium, le titane, etc. — M. **R. Boulouch** : *Sur le télescope aplanétique.* L'auteur montre que l'emploi des fonctions isoconales facilite l'étude d'un dispositif qui supprimerait à la fois le coma et l'astigmatisme. — M. **R. Jouaust** : *Application des pyromètres aux mesures en haute fréquence.* Les pyromètres permettent d'exécuter rapidement, avec une précision suffisante, certaines mesures nécessaires aux installations radiotélégraphiques, comme : étalonnement des ampèremètres en haute fréquence et mesure des conditions de fonctionnement de la résistance du circuit oscillant d'un poste générateur à lampes. — M. **L. Gaumont** : *Un nouvel amplificateur des sons.* L'auteur a réalisé un appareil qui permet d'amplifier la voix jusqu'à des limites insoupçonnées, et cela sans déformation importante des sons. — MM. **L. Guillet** et **M. Ballay** : *Tension de vapeur de quelques alliages Cu-Zn à l'état solide.* En milieu oxydant, dans l'air, la volatilisation du zinc est mécaniquement retardée par la présence d'une pellicule d'oxyde de zinc; dans N, CO ou H, aucune pellicule ne prend naissance. La vitesse de volatilisation du Zn augmente rapidement avec la température. — MM. **Dervin** et **Olmer** : *Le fluorure d'argent ammoniacal.* Le fluorure d'Ag ammoniacal s'obtient par cristallisation d'une solution d'AgF anhydre dans l'ammoniaque concentrée. Il répond à la formule $AgF.\ 2\ NH^3.\ 2\ H^2O$. Chauffé, il détonne avec violence, avec formation intermédiaire de Ag^3N. — M. **J. Valentin** : *Sur la solidification du système $MgCl^2$—KCl—$BaCl^2$.* L'analyse thermique de ces mélanges est exprimée sous forme d'un diagramme triangulaire. — M. **P. Pascal** : *Analyse magnétique des acides stanniques.* L'analyse magnétique de ces acides montre un accord parfait entre les déterminations directes et les valeur calculées pour les susceptibilités spécifiques des mélanges de SnO^2 anhydre et d'eau de même composition. Les acides stanniques seraient donc uniquement des hydrogels d'oxyde anhydre. — M. **F. W. Klingstedt** : *Spectres d'absorption ultraviolets du toluène et des xylènes.* — M. **L. Grenet** : *Sur une modification possible du diagramme fer-cémentite.* Au point de vue du diagramme des phases, les petites impuretés toujours contenues dans les échantillons de fer que nous pouvons obtenir suffisent à les différencier du fer rigoureusement pur. Il est ainsi permis de considérer pour les aciers un diagramme tout à fait identique à celui qui est employé dans l'étude des alliages de cuivre. — M. **L. J. Simon** : *Influence de la structure des combinaisons organiques sur leur oxydation sulfochromique.* La combustion sulfochromique révèle des différences de structure qui échappent à la méthode habituelle de

combustion; on peut songer à son emploi pour des études de tautomérie ou de migration moléculaire. — M. **A. Brochet** : *Sur quelques propriétés du nickel actif employé comme catalyseur en Chimie organique.* La pyrophoricité est due uniquement à l'H occlus par le métal. Il n'y a aucune relation entre la pyrophoricité et l'activité d'un catalyseur. Tout catalyseur ayant perdu sa pyrophoricité la reprend plus ou moins si on le réchauffe un certain temps dans l'H. — M. **M. Delépine** : *Sur les irido-dipyridino-tétrachlorures* $[Ir(C^5H^5N)^2Cl^4]M$. Description du mode de préparation de ces sels qui fixent très énergiquement la pyridine. — M. **Faillebin** : *Sur l'hydrogénation des aldéhydes et cétones en présence du noir de platine pur et impur.* L'addition de chlorure ferrique, lors de la préparation du noir de platine, permet d'obtenir un catalyseur qui, dans le cas de l'hydrogénation des aldéhydes aromatiques, favorise la formation des alcools. — M. **H. Hérissey** : *Synthèse biochimique d'un d-mannoside α à partir de mannanes.* En faisant agir sur des mannanes la poudre de luzerne germée, dans un milieu contenant l'alcool à glucosidifier, l'auteur a obtenu le méthyl-*d*-mannoside α.

3° Sciences naturelles. — MM. **G. Delépine** et **V. Milon** : *Sur la présence de récifs* waulsortiens *dans le Calcaire carbonifère du bassin de Laval.* La formation connue sous le nom de *calcaire de Laval* est représentée en de nombreux points du bassin de Laval par des roches de faciès waulsortien, en particulier des *récifs à Fénestellides*, qui sont l'élément le plus caractéristique des formations analogues en Belgique. — M. **L. Barrabé** : *Sur la présence de nappes de charriage dans les Corbières orientales.* La région triasique et jurassique comprise entre Ripaud, Fontjoncouse, Jonquières, Albas et le ruisseau de la Pinède de Durban est charriée sur le bord du bassin tertiaire de Coustouge. Cette nappe est venue du SE et s'est étendue au N jusqu'au voisinage de Thézan. — M. **F. Roman** : *Les terrasses quaternaires de la haute vallée du Tage.* Le Quaternaire du Tage comporte au moins quatre terrasses s'élevant respectivement à 15 m., 30 m., 55-60 m. et 100 m. au-dessus du niveau du fleuve, résultats conformes aux observations faites ailleurs. — MM. **P. Loisel** et **Michaïlesco** : *Sur la radio-activité des sources des bains d'Hercule en Roumanie.* Les sources des bains d'Hercule présentent une teneur en émanation très variable, suivant les jours. — M. **E. Roger** : *Sur le retour périodique des grands hivers.* Les observations faites depuis 1860 confirment la périodicité signalée alors par Renou et montrent que la période est d'environ 41 ans. — M. **E. Fichot** : *Sur la constitution des aires océaniques en bassins de résonance, par la dérive des masses continentales sous l'action des marées.* L'auteur rattache l'hypothèse d'Harris à celle de Wegener et montre qu'elles se prêtent un mutuel appui. — M. **V. Schaffers** : *La foudre et les arbres.* On a expliqué l'immunité dont semblent jouir certaines essences par la décharge préventive lente qui se ferait grâce à la forme pointue ou dentelée de leur feuillage. L'auteur montre qu'il n'y a aucun rapport simple entre le potentiel de décharge silencieuse et la fréquence des coups de foudre sur les arbres; l'explication proposée est donc sans fondement. — M. **L. Guignard** : *Sur l'existence de corps protéiques particuliers dans le pollen de diverses Asclépiadacées.* Le pollen de certains genres d'Asclépiadacées renferme des éléments figurés de nature albuminoïdique, qui ne disparaissent pas, comme les grains d'amidon, au cours du développement du tube pollinique; celui-ci les transporte jusque dans le micropyle ovulaire, où ils subissent sans doute une résorption. — M. **Ch. Richet** et Mme **A. G. Le Ber** : *Etudes sur la fermentation lactique. Action à très faibles doses de substances en apparence inoffensives.* Des substances en apparence inoffensives, comme l'urée et le lait, peuvent exercer, malgré leur faible toxicité et une extrême dilution, une influence non négligeable sur l'activité du ferment lactique. — MM. **P. Lemay** et **L. Jaloustre** : *Sur quelques conséquences microbiologiques des propriétés oxydantes du thorium X.* Le développement du *Bacillus lacticus* aérobie est favorisé par le thorium X, qui met, de par ses vertus oxydantes, de l'oxygène à sa disposition. — M. **G. Hamel** : *Sur quelques particularités de la flore algologique de Saint-Malo.* Saint-Malo se trouve au centre d'une région marquant la limite septentrionale de plusieurs espèces atlantiques, et sur sa côte croissent des Algues qui ne se développent abondamment que dans les eaux chaudes du Golfe de Gascogne ou de la Méditerranée. — M. **P. Mazé** : *Sur les conditions pratiques de l'emploi de la cyanamide calcique comme engrais.* La cyanamide pulvérisée, mélangée à la tourbe, peut être employée comme un engrais azoté ordinaire ; le mélange ne présente, en outre, aucun danger pour les employés qui le manipulent. — M. **Ch. Brioux** : *Assimilabilité comparée du phosphate tricalcique et des phosphates d'alumine et de fer.* Dans l'ensemble, le phosphate d'alumine l'emporte légèrement sur le phosphate tricalcique pour la production de matière sèche; il est très sensiblement supérieur pour la dose de P^2O^5 absorbée. Le phosphate de fer a été moins assimilable que les phosphates de chaux et d'alumine employés. — MM. **A. Pézard** et **F. Caridroit** : *L'action de l'hormone testiculaire sur la valence relative des facteurs allélomorphes chez les ovins (Dorset × Suffolk).* L'introduction de la *forme neutre* et de l'*hormone testiculaire* dans l'analyse génétique du croisement Dorset×Suffolk conduit à une interprétation claire relativement à des faits considérés jusqu'ici comme inextricables. — M. **H. Barthélemy** : *Maturation in vitro et activation des œufs de la cavité générale et des conduits chez* Rana fusca. La maturation des œufs utérins et de la cavité générale se fait *in vitro* en présence d'oxygène : les conditions asphyxiques l'empêchent. La maturation des œufs de la cavité générale peut se faire *in vitro* en milieu isotonique dans le sérum sanguin aéré de grenouille ou dans les solutions aérées de NaCl à 7 ‰ dans l'eau distillée, mais non en milieu hyper- ou hypotonique. — MM. **P. Portier** et **M. Duval** : *Pression osmotique du sang de l'anguille « essuyée » en fonction des modifications de salinité du milieu extérieur.* Le mucus abondamment sécrété à la surface de la peau de l'anguille joue un rôle très efficace dans l'isolement du milieu interne. La suppression, même incomplète, de ce mécanisme de protection

de l'épithélium des téguments amène dans les échanges des modifications qui expliquent bien les résultats autrefois signalés par Paul Bert. — M. **Ed. Le Danois** : *Sur la prévisibilité de la valeur de la pêche du hareng en hiver.* L'auteur montre la possibilité de prévoir, par l'étude des transgressions chaudes dans le Golfe de Gascogne au mois d'août, ce que sera, l'hiver suivant, la pêche du hareng en mer du Nord : à un afflux d'eaux chaudes et salées en août correspondra une mauvaise pêche en hiver. — M. **L. Roule** : *Sur l'œcologie de l'esturgeon* (Acipenser sturio L.) *dans les régions atlantiques de notre pays.* L'esturgeon du versant atlantique est devenu une espèce relicte ; elle ne forme plus actuellement qu'une colonie, cantonnée dans le bassin girondin pour la partie potamique et dans le golfe de Gascogne pour la partie thalassique. Ailleurs, le peuplement est clairsemé et accidentel. — MM. **E. F. Terroine, E. Brenckmann** et **A. Feuerbach**: *Identité de composition des organismes de même espèce lors de la mort par inanition.* Lors de la mort par inanition, tous les sujets d'une même espèce présentent une composition identique. La mort par inanition peut donc être numériquement et chimiquement définie pour une espèce donnée par la composition globale de l'organisme (eau, matières protéiques, substances grasses, substances minérales), composition qui constitue une constante biologique pour l'espèce considérée. — M. **G. Marinesco** : *Du rôle des ferments oxydants dans la production de la fièvre et des inflammations.* Tout en reconnaissant que le système nerveux joue un rôle thermorégulateur, l'auteur montre que, dans la fièvre comme dans l'inflammation, l'augmentation de la température normale et les réactions cellulaires sont en relation intime avec l'activité des ferments oxydants.

Séance du 4 Décembre 1922

M. **G. Bigourdan** est élu vice-président de l'Académie pour l'année 1923. — Sir **W. H. Bragg** est élu correspondant pour la Section de Physique, et M. **J. B. Senderens** correspondant pour la Section de Chimie.

1° Sciences mathématiques. — M. **G. Bigourdan** : *Sur l'Observatoire de Paris, à l'occasion de son 250e anniversaire.* Historique de la fondation et des premiers travaux de l'Observatoire. — M. **A. Schaumasse** : *Observations de la comète Skjellerup* (1922 d), *faites à l'équatorial coudé de l'Observatoire de Nice.*

2° Sciences physiques. — M. **J. Le Roux** : *Sur la gravitation des systèmes.* Réponse aux objections de M. Brillouin à une note de l'auteur. — M. **J. Haag** : *Sur la constance de l'homogénéité du fluide représentatif des différents états possibles d'une masse gazeuse.* — M. **Maur. Hamy** : *Sur la mesure interférentielle des très faibles diamètres.* L'auteur complète la formule de Michelson pour la disparition des franges, dans le cas où la largeur des fentes n'est pas infiniment petite. — M. **A. de Gramont** : *Recherches quantitatives sur le spectre de lignes du vanadium dans les sels en fusion.* L'auteur a poursuivi l'étude des raies de grande sensibilité du vanadium, en l'étendant à celles qui sont susceptibles de fournir des indications utilisables pour l'analyse chimique quantitative et pour la minéralogie. — MM. **Maur.** et **L. de Broglie** : *Remarques sur les spectres corpusculaires et l'effet photo-électrique.* Les auteurs ont reconnu que les raies corpusculaires émanées d'un niveau de l'atome s'affaiblissent, mais ne disparaissent pas quand leur énergie restante devient inférieure à celle de ce niveau. — M. **P. Salet** : *Sur la loi de dispersion des spectres prismatiques dans l'ultraviolet.* L'auteur montre que la formule qu'il a donnée pour représenter la relation entre la longueur d'onde et la position d'une raie dans un spectre est valable pour l'ultraviolet. — M. **F. Croze** : *Sur la place des raies ultimes des éléments dans les séries spectrales et sur leurs rapports avec les raies de résonance.* L'auteur montre que, pour les spectres d'arc des éléments des groupes I et III de la classification périodique, spectres à un seul système de séries, les raies ultimes sont, de même que les raies de résonance, les composantes du premier doublet de la raie principale. Il n'en est plus de même pour les spectres des éléments du groupe II. — M. **P. Steiner** : *Les spectres d'absorption ultraviolets des alcaloïdes du groupe de l'isoquinoléine. La papavérine et son chlorhydrate.* — M. **M. Sommelet** : *Sur les amines tertiaires dérivées de la benzhydrylamine* (voir p. 728). — M. **R. Delaby** : *Sur les alcoylglycérines, Passage des vinylalcoylcarbinols aux alcoylglycérines.* On fixe d'abord une molécule de Br sur la double liaison des vinylalcoylcarbinols, puis on transforme les dibromhydrines ainsi obtenus en diacétines par l'action de l'acétate de K en milieu acétique ; enfin on saponifie les acétines par CH^3OH à 98° tenant en dissolution HCl gazeux, puis par la chaux, et on distille sous pression réduite les alcoylglycérines formées. — MM. **M. Bridel** et **G. Charaux** : *La centauréidine, produit de dédoublement de la centauréine, glucoside des racines de* Centaurea Jacea *L.* La centauréidine, qui cristallise à l'état hydraté, fond à 197°, et anhydre à 203°. Elle répond à la composition $C^{18}H^{16}O^8$; elle renferme des groupes méthoxy et paraît être un dérivé de la flavone.

3° Sciences naturelles. — M. **P. W. Stuart-Menteath** : *Sur la mine de San Narciso en Guipuzcoa.* Les filons digités de granite rencontrés au fond de cette mine, aujourd'hui abandonnée, sont en parfaite continuité avec le fond de granite massif; c'est la vérification la plus profonde de la structure des Pyrénées. — M. **P. Viennot** : *Sur la tectonique de la région de Bagnères-de-Bigorre et de Lourdes.* Cette région montre, sur un substratum autochtone de schistes albiens, les débris d'une grande nappe où tous les niveaux sont plus ou moins métamorphiques, et qui s'identifie par tous ses caractères avec la nappe B de M. Léon Bertrand. Le Permien du Pé-de-Lalizan est un témoin de la nappe supérieure C, pincé en synclinal dans la précédente. — M. **L. Dangeard** : *Contribution à l'étude géologique du fond de la Manche, d'après les dragages récents du* Pourquoi Pas ? L'auteur signale de nouveaux affleurements de Lias et d'Eocène en diverses régions de la Manche. — M. **Lecointre** : *Sur la stratigraphie du nord de la Chaouia (Maroc occidental).* L'auteur a étudié l'extension du Cambrien dans cette région. — MM. **J. Cluzet** et **A. Chevallier** : *Sur la radioactivité de la station de l'Echaillon en Maurienne.* Le caractère prin-

cipal de la source de l'Echaillon consiste dans l'abondance de ses sédiments et leur richesse en radiothorium ; cette station est actuellement en France la seule source naturelle qui permette une utilisation thérapeutique de l'émanation du thorium. — M. **G. Reboul** : *Détermination, par temps couvert, des mouvements verticaux de l'atmosphère : influence de la nébulosité sur la vitesse de déplacement des dépressions.* Les observations de ballons-sondes montrent qu'il existe en général des courants ascendants, dont l'effet se fait sentir jusqu'à 5 ou 6 km. du sol, quand le ciel est couvert ou très nuageux. On peut en conclure, au point de vue de la prévision du temps, qu'une dépression révélée par la carte isobarique viendra d'autant plus rapidement sur une région que sa nébulosité est plus prononcée. — M. **Aynaud** : *La botryomycose du mouton.* L'auteur signale l'existence de la botryomycose chez le mouton, où elle se présente sous forme d'abcès volumineux, à évolution lente, siégeant à l'angle de la mâchoire, à la pointe de l'épaule, et contenant un pus extraordinairement épais.

SOCIÉTÉ FRANÇAISE DE PHYSIQUE

Séance du 17 Novembre 1922

M. **R. Audubert** : *Actions antagonistes de la lumière sur les suspensions de soufre.* Les recherches de l'auteur montrent d'abord que le processus d'évolution des suspensions de soufre (préparées en ajoutant de l'eau à une solution de soufre dans l'acétone ou dans l'alcool) doit être le suivant : dans une première phase, les molécules de soufre dissous dans le mélange eau-alcool se fixent sur les germes formés au moment de la précipitation ; dans la seconde, lorsque cette précipitation est achevée, les grains s'agglutinent deux à deux, puis forment des flocons qui sédimentent. Elles montrent, en outre, que le processus d'évolution est sensible à la lumière. Les radiations de petite longueur d'onde accélèrent la vitesse d'évolution des suspensions, tandis que les radiations de grande longueur d'onde la retardent. Entre ces deux groupes de radiations, les jaunes ne manifestent aucune action. Pour les radiations actives, l'effet produit est d'autant plus intense que la fréquence est plus différente de celle qui correspond aux radiations de la fréquence inactive. Ce résultat correspond très probablement aux proportions suivant lesquelles les radiations sont absorbées par les grains. — M. **L. Guillet** : *Quelques nouveautés dans la fabrication des alliages.* L'auteur attire l'attention sur la documentation si riche de déterminations physiques et physico-chimiques faites sur les alliages et qui ont singulièrement aidé aux progrès les plus récents. A signaler : les aciers Ni-Cr, qui ont fait, sous l'influence d'addition de tungstène de grands progrès en vue de la conservation, à température élevée, des propriétés mécaniques ; l'acier à 13 % de Cr, exploité depuis peu et fort intéressant, inoxydable jusqu'à 800°, inattaquable aux sucs de fruits et de légumes ; l'acier au cobalt, qui possède, employé comme aimant, une force coercitive triple de celle des meilleurs aciers au tungstène ; l'alpax, alliage Al-Si à 13,5 % de Si, qui acquiert de très remarquables propriétés par affinage à haute température ; etc.

Séance du 1er Décembre 1922

M. **R. Audubert** : *Action de la lumière sur les équilibres d'absorptions d'ions.* Les rayonnements de petites longueurs d'onde accroissent la quantité d'ions fixés dans les suspensions de mastic et de gomme gutte, tandis que les rayonnements de grandes longueurs d'onde la diminuent ; les longueurs d'onde intermédiaires voisines de 0 μ 600 se manifestent comme inactives. Ce résultat correspond très probablement aux proportions dans lesquelles les radiations du spectre sont absorbées. Spectrophotométriquement, on constate, en effet, que le mastic et la gomme gutte, soit à l'état solide, soit à l'état dissous, présentent un minimum d'absorption pour les radiations qui se montrent précisément inactives. L'effet obtenu passe par un optimum avec la concentration et semble indépendant de la valence de l'ion considéré. — MM. **Léon** et **Eug. Bloch** : *Spectres d'étincelles sous l'eau.* Les auteurs présentent le résultat d'expériences spectroscopiques sur les étincelles entre électrodes métalliques sous l'eau. Avec tous les métaux, le spectre de l'étincelle sous l'eau comprend d'abord un fort spectre continu, s'étendant jusque vers 2.200 A, puis des raies isolées, se classant nettement en deux groupes : les raies noires ou raies d'émission, qui sont toujours des raies d'étincelles, et les raies renversées ou raies d'absorption, qui sont toujours des raies d'arc ; cette règle ne subit que de rares exceptions. De plus, le spectre d'étincelle sous l'eau présente, parmi ses raies renversées, beaucoup de raies d'arc qui n'existent pas dans l'étincelle à l'air ou qui y sont très faibles (raies de flamme).

SOCIÉTÉ CHIMIQUE DE FRANCE

Séance du 24 Novembre 1922

M. **Damiens** : *L'allotropie du tellure.* L'auteur critique la théorie de l'allotropie dynamique de MM. Cohen et Kröner, dont les expériences pour étendre cette théorie au tellure ne sont pas démonstratives. Il montre d'abord que les courbes d'échauffement et de refroidissement du tellure pur dans le vide sont parfaitement régulières jusqu'à la fusion. Ce corps ne présente donc pas de point de transformation à l'état solide. Puis par la mesure de la densité du tellure obtenu de diverses manières, on ne peut distinguer que deux formes : l'une cristallisée, l'autre amorphe. La densité vraie du tellure cristallisé est 6,310 à 15°/15° : on l'obtient ainsi, en aiguilles, par vaporisation. Par fusion, on l'obtient en cristaux de densité 6,235, mais cette valeur n'est qu'une densité apparente. Par chauffage dans le vide, en effet, et à différentes températures, la densité 6,310 est toujours invariable, tandis que la densité des autres produits (6,235) s'accroît lentement et tend vers la précédente. Le tellure amorphe se transforme par chauffage en cristallisé, avec une vitesse qui croît avec la température. Cette transformation est irréversible. Elle est de plus exothermique. Berthelot et Fabre ont cependant déduit de mesures calorimétriques que la cristallisation du tellure amorphe était endothermique. Les mesures nouvelles, qu'a réalisées ici M. Damiens, l'ont

conduit à confirmer son premier résultat et à mettre en évidence l'équation suivante de transformation :

Tellure amorphe → Tellure cristallisé + 2Cal,63.

Cette équation exprime la seule transformation, irréversible d'ailleurs, que l'on puisse observer sur le tellure solide. La théorie de l'allotropie dynamique n'est donc pas acceptable et les constantes physiques du tellure gardent leur sens classique. — MM. **M. Tiffeneau** et **Orékhoff** et Mlle **Lévy** : *Transpositions dans la série des alcolhydrobenzoïnes et des dialcoylphénylglycols. Rôle du phényle ; influence de l'acoyle ; nature du radical migrateur.* L'étude approfondie des réactions obtenues, en faisant varier les divers radicaux substituants, a conduit aux conclusions suivantes : 1° Le radical phényle est indispensable pour l'obtention des transpositions dans la série des hydrobenzoïnes ou des dialcoylphénylglycols ; la migration des radicaux phényles on alcoyles, nécessitée par la déshydratation de la fonction alcool secondaire ou tertiaire, est surbordonnée à la *présence d'un phényle* au voisinage immédiat de la fonction alcool secondaire ; 2° Dans le cas de l'action de l'acide sulfurique concentré, l'instabilité de l'oxhydryle secondaire, normalement plus stable que le tertiaire, est dûe, d'une part, à la nature du réactif qui, probablement en s'additionnant, modifie la répartition des affinités ; d'autre part, à l'influence des radicaux alcoylés substituants dont la capacité de saturation ou capacité affinitaire (Affinitätsbeanspruchung de Meerwein) est variable ; 3° Dans les transpositions semipinacoliques et pinacoliques, lorsque les deux radicaux voisins de l'oxhydryle tertiaire sont différents, on constate qu'ils ne sont pas également aptes à la migration ; le plus souvent un seul radical émigre ; l'ordre dans lequel se rangent les radicaux est le suivant : phényle>benzyle ou éthyle>méthyle>pseudobutyle. Il n'est pas encore possible de préciser quelles sont les causes de ces aptitudes migratrices variables des divers radicaux. — M. **M. Sommelet** : *Sur les amines tertiaires dérivées de la benzhydrylamine.* L'auteur décrit une méthode de préparation des amines tertiaires contenant le groupement-N $(CH^3)^2$; cette méthode consiste à faire réagir, à chaud, l'acide formique sur les sels quaternaires d'hexaméthylène-tétramine, qui se transforment à la suite d'une véritable hydrogénation. Le produit d'addition du diphénylbromométhane à l'hexaméthylène-tétramine donne ainsi naissance à l'amine tertiaire diméthylée correspondant au diphénylcarbinol, la diméthylbenzhydrylamine. M. Sommelet indique les particularités qu'il a observées, en essayant de transformer en iodométhylates ou bromométhylates, par chauffage avec une solution méthylique de CH^3I ou de CH^3Br, la base précédente et d'autres de constitution analogue : la diéthylbenzhydrylamine, la benzhydrylpipéridine et l'éthylbenzylbenzhydrylamine.

SOCIÉTÉ DE BIOLOGIE

Séance du 2 Décembre 1922

MM. **Ch. Dopter, J. Dumas** et **Combiesco** : *Sur la nature de la toxine dysentérique.* Il paraît difficile d'admettre que le bacille de Shiga possède deux toxines : une exotoxine et une endotoxine déterminant chacune un processus anatomo-clinique distinct. L'exotoxine n'a pas seule la propriété de déterminer des symptômes nerveux. — MM. **C. Levaditi** et **S. Nicolau** : *Affinités du virus encéphalitique.* L'affinité ectodermotrope proprement dite et l'affinité neurotrope de l'ultravirus encéphalitique peuvent être associées par la conservation prolongée du germe dans la glycérine. Le virus de l'encéphalite est une modification neurotrope du virus herpétique ; il occupe une place intermédiaire entre ce dernier et celui de la rage. — M. **B. Sokoloff** : *Le noyau est-il indispensable à la régénération des Protozoaires ?* Pour le rétablissement de la forme du corps et pour la régénération partielle, le noyau n'est pas nécessaire. L'élément le plus actif dans ce processus est l'ectoplasme, dont les plus petits morceaux possèdent cette force créatrice. Le noyau est simplement indispensable pour l'activité vitale de la cellule. Son absence abolit l'assimilation et provoque la désagrégation du cytoplasme. — MM. **J. Cantacuzène** et **F. Vlès** : *Sur les facteurs électriques dans les réactions des éléments du sang chez le* Sipunculus nudus. Les urnes de Siponcles, électriquement positives, captent les particules exogènes, négatives, et éloignent d'elles les éléments normaux du sang, positifs aussi, sauf les seuls amibocytes doués de propriétés phagocytaires, dont la neutralité électrique apparente ne met pas obstacle à la pénétration au sein de l'amas agglutiné. — MM. **E. Pozerski** et **M. M. Lévy** : *Sur l'excrétion de composés phosphorés par les microbes.* Le bacille de Shiga et le *Proteus* abandonnent au liquide ambiant des quantités notables de composés phosphorés ; ce fait se produit durant toute la vie des microbes, puis ne peut plus être mis en évidence après leur mort. — MM. **L. Nègre** et **A. Boquet** : *Effets des injections de l'extrait méthylique de bacilles de Koch sur l'évolution de la tuberculose expérimentale du cobaye et du lapin.* Ces injections ont une action favorable, qui se manifeste par une tendance à la localisation des lésions qui, chez les témoins non traités, évoluent plus rapidement et se généralisent dans tous les organes. — MM. **P. Portier** et **J. Lopez-Lomba** : *Utilisation des Poissons de petite taille pour la découverte de faibles quantités de substances toxiques.* Les Poissons présentent des dispositions anatomiques de leurs appareils respiratoire et circulatoire qui semblent les rendre très propres à déceler de petites quantités de poisons. On obtiendra le maximun d'effet de ces agents en abaissant la tension superficielle de l'eau ambiante et en diminuant la viscosité de la mucine par une alcalinisation convenable de cette eau. — MM. **Ph. Pagniez, A. Ravina** et **I. Solomon** : *Recherches sur la coagulabilité du sang après irradiations in vitro.* Le sang de l'homme ou de lapin n'est pas modifié dans ses aptitudes à la coagulation par l'irradiation *in vitro* ; l'accélération observée après irradiation de la région splénique ne doit donc pas être la conséquence d'une action immédiate des rayons sur le sang lui-même.

Le Gérant : Gaston Doin.

Sté Gle d'Imp. et d'Edit., rue de la Bertauche, 1, Sens.

TABLE ANALYTIQUE DES MATIÈRES

CONTENUES DANS LE TOME XXXIII DE LA REVUE GÉNÉRALE DES SCIENCES PURES ET APPLIQUÉES

(DU 15 JANVIER AU 30 DÉCEMBRE 1922)

I. — CHRONIQUE ET CORRESPONDANCE

Astronomie et Géodésie

MARGUET (F.). — Sur une représentation de la force d'inertie due à la rotation de la Terre 129

Biologie générale

MONOD (Th.). — La coloration protectrice chez les Oiseaux ; ses cinq modalités ; son extension 227
— Notes sur la coloration et l'homochromie 324
— La fibre striée est-elle génétiquement uni ou multicellulaire ? 453
— L'expédition Dana 541
— Poissons et moustiques 572
VAULX (R. de la). — La radiopuncture, nouvelle technique de cytologie expérimentale 196
L'influence de l'émanation du radium sur l'incubation des œufs de poule 227
L'influence des milieux sur la taille humaine 635

Botanique et Agronomie

CLERGET (Pierre). — La culture du cotonnier en Afrique occidentale et les irrigations du Niger . . . 163
DELPHY (J.). — La gélose des Algues floridées 35
L'activité de l'Association cotonnière coloniale depuis 1914 68
La température du sol et les facteurs qui la déterminent. 99
Les produits agricoles de la Guadeloupe 258
L'action toxique du gaz d'éclairage sur les plantes . . 356
Recherches sur les germes de champignons dans l'atmosphère 602

Chimie physique et générale

MARTINET (Jh.). — Polarité de la non-saturation moléculaire 571
La distinction de l'eau bouillie de l'eau non bouillie . 3
La fluorescence de la cellulose et de ses dérivés . . . 163
La diffusion du plomb solide en lui-même 195
La séparation de l'élément chlore en ses isotopes . . 324
Une nouvelle synthèse de l'indigo 355
Recherches sur l'effet des atmosphères réductrices sur le cuivre 418
Perméabilité sélective des membranes polarisées . . . 538
Le nettoyage des ustensiles en aluminium 572

Chimie biologique

Les constituants odorants des pêches 196
La teneur en vitamine de l'huile de foie de morue suivant son mode de préparation 602

Chimie industrielle

CLERGET (Pierre). — L'industrie du fer en France en 1789 130
MARCHAND (Henri). — Nouveau procédé et nouvel alliage anti-rouille 355
— Une installation pour la distillation de la houille à basse température, en Angleterre 387
— Nouvelles recherches sur l'utilisation des lignites. 451
ROLET (Antonin). — Un nouveau solvant industriel pour l'extraction des matières grasses végétales . . . 540

Distinctions et solennités scientifiques

Le jubilé scientifique du Profeseur H. Le Chatelier . . 33
Elections à l'Académie des Sciences de Paris, 65, 321, 385, 418, 697
Les Prix Nobel 665

Electricité industrielle

MARCHAND (Henri). — Une nouvelle étape dans l'emploi des très hautes tensions aux Etats-Unis . . . 2
— Installations actuelles de la station radio-télégraphique de Nauen (Allemagne) 34
— Les progrès de la production de l'électricité en Amérique 226
— Four électrique de haute fréquence 667
— Les forces productrices de l'industrie électrique mondiale 697
Un système de transmission électrique de l'énergie à fréquence variable 67

Géographie et Colonisation

CLERGET (Pierre). — Les modes de groupement de la population en Belgique 4
— La valeur économique de la Tripolitaine 197
— La population de la France en 1921 259
— Les influences maritimes dans la vie des indigènes marocains 357
— Les influences géographiques en linguistique . . 420
— Le recul de la Russie en Extrême-Orient 36
— La standardisation des produits coloniaux . . . 699
— Les pays exportateurs de riz 699
REGELSPERGER (G.). — Une préparation d'ascension du mont Everest 132
— Une grande traversée africaine ; la Mission Bruneau de Laborie 292
— La tentative d'ascension du mont Everest 636
— Explorations au Spitsberg et à l'île Jan Mayen . 668

Géologie et Paléontologie

JOLEAUD (L.). — Le prolongement de la chaîne calédonienne dans l'Extrême-nord américain 389
— La géographie et la géologie de l'Albanie moyenne. 698
Première découverte d'un Primate anthropoïde aux Etats-Unis 501

Mathématiques

PAUCOT (R.). — A propos de la conception einsteinienne de l'espace fini 289
THIRY (R.). — Sur la notion de courbure de l'espace . . 225
La généralisation des fonctions analytiques 538

Mécanique et Génie civil

CLERGET (Pierre). — La marine marchande française en 1920 666
MARCHAND (Henri). — L'utilisation de la force des marées en Grande-Bretagne 130
— Sur l'emploi de la vapeur à haute pression . . . 290
Le chauffage central et l'utilisation mécanique de l'énergie contenue dans la vapeur à très basse pression. 67
L'utilisation des chaleurs perdues dans les centrales électriques 194

Météorologie et Physique du globe

Rouch (J.). — La mesure de la vitesse du vent à haute altitude par les ballons-pilotes 161
Les grandes marées de la baie de Fundy et leurs causes. 66
Sur la radiogoniométrie des parasites atmosphériques et la prévision du temps 569

Nécrologie

d'Adhémar (Robert). — Camille Jordan 66
Battegay (M.).—Emilio Noelting (1851-1922) 537
Chabrie (C). — Ernest Solvay (1838-1922) 385
Driencourt (L.). — Louis Favé 633
Hins (C. H.). —J. C. Kapteyn 449
Leduc (A.). — Edm. Bouty 665
Prenant (A.). — L. Ranvier 322
Regelsperger (G.). — L'explorateur polaire Shackleton 97
Roubaud (E.). — A. Laveran (1845-1922) 353
Ph.-A. Guye 497
Alexandre Graham Bell 498
Georges Lemoine 697

Physique

Boutaric (A.). — Sur le mouvement des électrons animés de très grandes vitesses 98
Gandillot (Maurice). — Sur l'absorption de la gravitation 257
Grouiller (H.). — Les piles photo-électriques et leur sensibilité 1
Guillaume (Ed.). — Un résultat des discussions de la théorie d'Einstein au Collège de France 322
Marchand (Henri). — Nouvelles recherches sur la nature de la parole. 498
— Source de rayons ultra-violets à spectre continu. 602
— Nouvelles applications du tube à gaz rare . . . 634
Richard (J.). — A propos de la théorie d'Einstein . . 193
Sauger (Maurice). — Réalité de la contraction lorentzienne 162
Démonstration des discontinuités de l'aimantation par les amplificateurs et le téléphone. 33
Reproduction artificielle des phénomènes accompagnant les décharges électriques atmosphériques . . . .
La durée du choc des barreaux 225
Phénomènes de polarisation dans les ampoules à rayons X. 258
La radiation J 289
La luminescence de l'antimoine vers son point de solidification 324
La luminescence des solides incandescents 355
La nature de la parole et son interprétation. 386
Recherches expérimentales sur la rapidité du parafoudre à décharges fractionnées. 386
Le problème de la prise de terre en radiotélégraphie. 417
Repères thermométriques aux basses températures. . 450
Influence des gaz occlus sur la conductibilité électrique du verre 570
L'effet de la température sur l'attraction due à la gravitation. 601
Une manifestation contre la théorie de la relativité à l'occasion du centième anniversaire de la Société des Naturalistes et Médecins allemands. 601
Avantage des antennes directrices pour l'élimination des perturbations atmosphériques en radiotélégraphie. 634

Physiologie

Arthus (Maurice). — L'hyperglycémie asphyxique. . . 228
La température de la peau des Pachydermes 3
La décroissance de la luminosité chez le *Cypridina* . 603

Sciences diverses

Bourdon (B.). — Les tables des livres scientifiques français 325

Sciences médicales

La peste en Russie. 419
La mortalité par cancer et sa fréquence croissante. . . 667

Zoologie

Monod (Th.). — Influence de la température sur la composition qualitative du plankton 69
— Un sous-ordre nouveau pour la faune française. . 101
— L'utilisation des faunes carcinologiques dans l'établissement des divisions bathymétriques de la zone intercotidale 164
— Quelques mots sur la spécificité parasitaire chez les Crustacés 291
— L'histoire naturelle des grenouilles nord-américaines 418
de la Vaulx (R.). — La castration parasitaire des Arthropodes. 131
La « parthénogénèse » chez les Protozoaires. 452
Les résultats de la protection officielle du bison aux Etats-Unis 501

II. — ARTICLES DE FOND

Anthropologie et Ethnographie

Verneau (R.). — L'Ethnographie et la Préhistoire . . 261

Astronomie et Météorologie

Doublet (E.). — Une famille d'astronomes : les Herschel 326
Mathias (E.). — La prévision scientifique du temps. . 552
Maurain (Ch.). — La variation de la vitesse du vent avec l'altitude. 76

Biologie générale

Kopaczewski (W.). — Les colloïdes et la vie 358
Wolfers (F.). — L'action biologique des rayons X. Essai de théorie. 141

Botanique et Agronomie

Becquerel (Paul). — La découverte de la Phyllorhize. Ses conséquences pour la morphologie et la biologie des plantes vasculaires 101
Dufrénoy (J.). — La sélection des blés résistant aux rouilles. 81
Rolet (Antonin). — Le camphrier. 209

Chimie

Battegay (M.). — Etudes sur l'anthraquinone 502
Berthoud (A.). — La constitution des atomes et l'affinité chimique. 390
Cornubert (R.). — La microanalyse organique quantitative 198
Cornubert (R). — Réfraction et dispersion moléculaires 433, 471
Darmois (E.). — La dispersion rotatoire naturelle. Son emploi comme instrument d'analyse et de recherche en Chimie 670, 710
Kopaczewski (W.). — Les colloïdes et la vie 358
— Un Chimie et l'état colloïdal. 610
Tiffeneau (Dr M.). — Mydriatiques et myotiques. Etude des rapports entre leur structure chimique et leur action physiologique. 544, 583
Veil (S.). — Les isotopes et la spectrographie de masse. 134

Géographie

Clerget (P.). — Revue de Géographie économique. Les nouveaux états de l'Europe 111, 144

Géologie et Paléontologie

Gagnebin (Elie). — La dérive des continents selon la théorie d'Alfred Wegener 293
Joleaud (L.). — Revue de Paléontologie animale. 336, 364
— Le XIIIe Congrès géologique international (Session de Bruxelles, 1922) 700

Mathématiques

Adhémar (R.). — La démonstration scientifique. . 239, 268
Ocagne (M. d'). — Coup d'œil sur les principes fondamentaux de la Nomographie. 230
— A propos de l'histoire de la Nomographie. . . . 620
Soreau (Rodolphe). — Pour servir à l'histoire de la Nomographie. 518

THIRY (R.). — Sur la possibilité de se représenter l'espace fini et sans bornes de la théorie de la relativité 205

Mécanique et Génie civil

ANDRADE (Jules). — Problèmes mécaniques et chronométriques actuels 463
VILLEY (J.). — Le problème du moteur d'aviation. . . 48

Nécrologie

PORTIER (P.). — La carrière scientifique du Prince de Monaco 542

Physiologie

GLEY (E.). — Les étapes de l'endocrinologie et son état actuel 638
MARCHAND (Henri). — L'émission lumineuse du ver luisant. 677
MARINESCO (G.). — Sur les fonctions du lobe frontal. 604
TIFFENEAU (Dr M.). — Mydriatiques et Myotiques. Etude des rapports entre leur structure chimique et leur action physiologique 544, 583

Physique

ADHÉMAR (R. d'). — La démonstration scientifique. . 239, 268
CORNUBERT (R.). — Réfraction et dispersion moléculaires 433
DARMOIS (E.). — La dispersion rotatoire naturelle. . 670
DÉVÉ (Colonel). — Le bruit des avions 304
FRANÇOIS (Louis). — Les progrès de la T.S.F. dus à la lampe à trois électrodes 37
— La T.S.F. appliquée aux navires et aux aéronefs. 165
GUILLAUME (Edouard). — Y a-t-il une erreur dans le premier mémoire d'Einstein ? 5
— La question du temps, d'après M. Bergson. . . . 573
MAJORANA (Quirino). — Sur l'absorption de la gravitation 70
MARCHAND (Henri). — L'émission lumineuse du ver luisant. 677
PETRONIEVICS (Branislav). — La vitesse-limite de la lumière et le finitisme 401
VEIL (S.). — Les isotopes et la spectrographie de masse 134

Zoologie

MONOD (Théodore). — Les adaptations éthologiques chez les Crustacés. 10
VAULX (R. de la). — L'intersexualité. 174
— Les caracteres sexuels et le problème de leur groupement. 330

Revues générales

CLERGET (P.). — Revue de Géographie économique. Les nouveaux états de l'Europe 111, 144
JOLEAUD (L.). — Revue de Paléontologie animale. 336, 364

Sciences diverses

LAMOUCHE (A.). — Investigation et Réalisation. Essai de synthèse scientifique. 454
LOCARD (Edmond). — L'expertise des écritures par les méthodes scientifiques. 421
RUEFF (Jacques). — Le change, phénomène naturel. I. 645
— II. La place du change parmi les phenomènes naturels. III. Les conséquences politiques 680

III. — BIBLIOGRAPHIE

1° SCIENCES MATHÉMATIQUES

Mathématiques

Les œuvres complètes d'Archimède. 84
The early mathematical manuscripts of Leibniz . . . 121
ANDOYER (H.). — L'œuvre scientifique de Laplace. . . 557
BUHL (A.). — Géométrie et analyse des intégrales doubles 19
CARNOT (Lazare). — Réflexions sur la Métaphysique du Calcul infinitésimal. 524
CARSLAW (H. S.). — Introduction to the theory of Fourier's series and integrals. 657
CARTAN (E.). — Leçons sur les invariants intégraux. . 717
CZUBER (Emmanuel). — Die statistischen Forschungsmethoden. 151
EMANAUD (M.). — Géométrie perspective 717
GEFFROY (J.). — Traité pratique de Géométrie descriptive 403
GOURSAT (Edouard). — Leçons sur le problème de Pfaff. 688
HAAG (J.). — Cours complet de Mathématiques spéciales. I. Algèbre et Analyse. Exercices. II. Géométrie. 85
JUVET (G.). — Introduction au calcul tensoriel et au calcul différentiel absolu 593
LAPLACE (Pierre-Simon). — Essai philosophique sur les probabilités 214
LECAT (Maurice). — Bibliographie des séries trigonométriques 19
LORIA (Gino). — Storia della Geometria descrittiva. . . 277
MAC LEOD (A.). — Introduction à la Géométrie non euclidienne 688
OPPERMANN (A.). — Premiers éléments d'une théorie du quadrilatère complet. 84
PIGAL (H.). — Méthode pratique de règle à calcul, type Mannheim. 182
POIRÉE (J.). — Précis d'Arithmétique. 245
RICHARD (P. J.). — Théorie mathématique des assurances. 310
SALMOIRAGHI (Angelo). — Guida practica del Geometra moderno 215
SIMON (Pol). — La recherche des lieux géométriques en Géométrie analytique 484
VESSIOT (E.) et MONTEL (P.). — Cours de Mathématiques générales. 277

Mécanique

ALLIEVI (Lorenzo). — Théorie du coup de bélier . . . 21
ANDRADE (J.). — Les organes réglants des chronomètres. 525
BEGHIN (H.). — Statique et dynamique 151
BOOTH (Harris). — Aeroplanes performance calculations 346
BORDAS (L.). — Leçons sur les chemins de fer. . . . 718
BROWNLIE (David). — Boiler plant testing. 689
— Coal saving by modern methods of steam generation 689
CHALLÉAT (J.) et THOMAS (A.). — Mécanique des affûts. 593
CORDIER (Le colonel F.). — Turbines à vapeur. . . . 346
EYDOUX (D.). — Hydraulique industrielle et usines hydrauliques. 21
GOSSOT (F.) et LIOUVILLE (R.). — Traité de Balistique intérieure. 214
GOUDIE (William). — Les turbines à vapeur. 403
HARRINGTON-HUDSON (R. J.). — Reinforced concrete. . 624
JACQUINOT (O.). — Navigation intérieure. Canaux . . 657
JAMMY (E.). — La construction du vaisseau de guerre . 346
LAMOTTE (Marcel). — Cours de Mécanique appliquée. . 525
LECORNU (Léon). — Dynamique appliquée. 311
LE GAVRIAN (P.). — Les chaussées modernes. 484
NACHTERGAL (A.). — Calcul des chaudières à vapeur ; applications. 121
OEHMICHEN (Etienne). — Nos maîtres les oiseaux . . . 22
PETROVITCH (M.). — Mécanismes communs aux phénomènes disparates 20
POINCET. — Turbines à vapeur 403
ROY (Louis). — Cours de Mécanique rationnelle 182
VILLAT (Henri). — Aperçus théoriques sur la résistance des fluides 152
WILLIAMS (Kenneth P.). — The dynamics of the airplane 378
WILLOTTE (H.). — Lois mathématiques de la résistance des fluides. Théorie de l'hélice 311
ZORETTI (L.). — Cours de Cinématique appliquée . . . 85

Astronomie, Géodésie, Météorologie

Emploi de la photographie aérienne aux leves cadastraux et aux levés géographiques 310
BIGOURDAN (G.). — Gnomonique ou traite théorique et pratique de la construction des cadrans solaires. . 484

Collard (Aug.). — L'Astronomie et les astronomes . . 439
Doublet (E.). — Histoire de l'Astronomie. 624
Maillard (Louis). — Cosmogonie et gravitation. . . . 245
Moreux (Abbé Th.). — Origine et formation des mondes. 439

2° SCIENCES PHYSIQUES

Physique

A dictionary of applied Physics. I. Mechanics, Engineering, Heat. II. Electricity 486, 658
Ariès (E.). — L'œuvre scientifique de Sadi Carnot ; introduction à l'étude de la Thermodynamique . . . 57
Becquerel (Jean). — Le principe de la relativité et la théorie de la gravitation. 440
Bertholet (Daniel). — La physique et la métaphysique des théories d'Einstein. 689
Borel (Em.). — L'espace et le temps. 485
Bouthillon (Léon). — La théorie et la pratique des Radiocommunications. II. La propagation des ondes électromagnétiques à la surface de la Terre. . 217
Burton (E. F.). — The physical properties of colloïdal solutions. 153
Cunningham (E.). — Relativity and the electron theory. 122
Einstein (Alb.). — L'éther et la théorie de la relativité. 152
— La théorie de la relativité restreinte et généralisée. 311
Fabre (L.). — La séparation industrielle des solides en milieu liquide. 594
Fabre (Lucien). — Les théories d'Einstein. 56
Fabry (Charles). — Eléments d'Electricité. 594
Haldane (Lord). — Le règne de la relativité. 485
Kirchberger (P.). — La théorie de la relativité exposée sans mathématiques 689
Lémeray (M. E.). — Leçons élémentaires sur la gravitation, d'après la théorie d'Einstein 85
L'Hoest (Louis). — La pratique des machines électriques. 24
Mie (G.). — La théorie einsteinienne de la gravitation. 378
Moch (G.). — La relativité des phénomènes 56
— Initiation aux théories d'Einstein 689
Montoriol (E.). — Appareils et installations télégraphiques 217
Moreux (Abbé Th.). — Pour comprendre Einstein . . . 557
Neveux (V.). — Stations centrales proprement dites. 183
— Stations centrales : distribution d'énergie. . . . 183
— Stations centrales : postes de transformation. . . 718
Nordmann (Charles). — Einstein et l'Univers 56
Pacotte (J.). — La Physique théorique nouvelle . . . 216
Pécheux (Hector). — Traité d'Electricité industrielle. I. Etude des courants électriques continus. II. Etude des courants électriques alternatifs 406
Rémaur (Jean). — Notions élémentaires de Télégraphie sans fil et construction pratique de postes et récepteurs 24
Richardson (O. W.). — The emission of electricity from hot bodies. 347
Rougier (Louis). — La matière et l'énergie selon la théorie de la relativité et la théorie des quanta . . 526
Roussel (J.). — Le livre de l'amateur de T. S. F. . . . 246
Thomson (Sir J. J.). — Rays of positive electricity and their application to chemical analysis. 379
Tillieux (J.). — Leçons élémentaires de Physique expérimentale selon les théories modernes. 441
Vauclin (L.) et Long (A. K.). — Le mécanicien frigoriste 23
Villey (J.). — Physique élémentaire et théories modernes. I. Molécules et atomes 526
Weyl (H.). — Temps, espace, matière. 404
Wulf (Le P. Th.). — La théorie de la relativité d'Einstein 689

Chimie

Bary (Paul). — Les colloïdes, leurs gelées et leurs solutions 278
Baud (Paul). — Les industries chimiques régionales de la France. 347
Cain (John Cannell) et Thorpe (Jocelyn Field). — Les matières colorantes de synthèse et les produits intermédiaires. 526
Fresenius (C. R.). — Traité d'Analyse chimique qualitative 406
Fritsch (J.). — Fabrication et raffinage des huiles végétales 719
Gattefossé (R. M. et J.) — Nouveaux parfums synthétiques 312
Guiart (J.) et Grimbert (L.). — Précis de diagnostic chimique, microscopique et parasitologique. . . . 690
Hackspill (Louis). — L'azote 558
Howe (H. M.). — La Métallographie de l'acier et de la fonte 441
Jauch (L.). — Le pétrole et son industrie 487
Kanthack (R.). — Tables of refractive indexes. Oils, fats and waxes. 86
Kling (André). — Méthodes actuelles d'expertises employées au Laboratoire municipal de Paris. I. Produits animaux. 279
IV. Produits végétaux et dérivés. V. Eaux et air. . 625
Lesur (Léon). — Théorie de la combustion et utilisation des combustibles. 278
Moureu (Ch.). — La Chimie et la guerre 153
Purvis (J. E.) et Hodgson (T. R.). — The chemical examination of water, sewage, foods and other substances 658
Rouelle (J.). — La fonte. 718
— L'acier 718
Sainte-Claire-Deville (Emile). — Manuel de Chimie gazière. 184
Thomson (Sir J. J.). — Rays of positive electricity and their application to chemical analysis. 379
Urbain (G.). — Les disciplines d'une science : La Chimie. 247
Witz (A.). — Les gazogènes 559

3° SCIENCES NATURELLES

Géographie

Association de Géographes français. XXV°-XXIX° Bibliographie géographique (1915-1919). 379
Statistique générale de la Tunisie (Année 1920) 627
Arbos (Ph.). — La vie pastorale dans les Alpes françaises 720
Bouchié de Belle (E.). — La Macédoine et les Macédoniens 442
Bowman (Isaiah). — The New World. Problems in political Geography 528
Cordier (Henri). — La Chine. 407
Denis (Pierre). — La République Argentine : la mise en valeur du pays 86
Hovelaque (Emile). — Les peuples de l'Extrême-Orient. Le Japon 24
Regelsperger (G.), Pelleray (E.), Froment-Guieysse (G.). — Notre domaine colonial. X. L'Océanie française 441
Sorre (M.). — Les Pyrénées 407
Vidal de la Blache (P.). — Principes de Géographie humaine 488

Géologie, Minéralogie et Paléontologie

Andrimont (René d'), Fraipont (Charles) et Anthoine (Raymond). — La Géologie mise à la portée de tous. 122
Ameghino (Florentino). — Obras completas y correspondencia. I. Vida y obras del sabio. II. Primeros trabajos cientificos 86
Burkitt (M. C.). — Prehistory 488
Chautard (J.). — Les gisements de pétrole 720
Elles (Gertrude L.). — The study of geological maps . 659
Launay (L. de). — Géologie de la France 57
— Où en est la Géologie ? 57
— Géologie et Minéralogie appliquée à l'art de l'Ingénieur 527
Macaliester (R. A. S.). — A text-book of European Archaelogy. I. The palaeolithic period 691
Mendes Corrêa (A. A.). — Homo 153
Meunier (Stanislas). — Histoire géologique de la pluie. 559
Mitzakis (Marcel). — The oil Encyclopedia 627
Perrot (E.) et Gentil (Louis). — Sur les productions végétales du Maroc. La constitution du sol marocain et les influences climatologiques 442
Petronievics (Branislav). — Ueber das Becken, den Schultergürtel und einige andere Teile der Londoner *Archaeopteryx* 349
Waguet (Pierre). — Géologie agricole du département de l'Oise 280

Botanique et Agronomie

Bertin (A.), Gravet (F.) et Pellegrin (de). — Mission d'études forestières envoyée dans les colonies françaises par les Ministères de la guerre, de l'armement et des colonies. IV. Les bois du Cameroun . 184
Bernard (Noël). — Principes de Biologie végétale . . 24
Chancerel (Lucien). — Traité pratique de sylviculture. 25
— Précis de botanique forestière et biologie de l'arbre 25

CHAUVEAUD (Gustave). — La constitution des plantes vasculaires révélée par leur ontogénie 58
CHEVALIER (Aug.). — Histoire et amélioration des pommiers et spécialement des pommiers à cidre . . . 489
CHODAT (R.). — Principes de Botanique 87
COSTANTIN (J.) et FAIDEAU (F.). — Les plantes . . . 692
GATTEFOSSÉ (J.). — Voyage d'études au Maroc 559
LAURENT (J.). — La végétation de la Champagne crayeuse. 59
MAQUENNE (L.). — Précis de Physiologie végétale . . . 379
NICOLLE (M.) et MAGROU (J.). — Les maladies parasitaires des plantes 443
PERROT (Emile) et GENTIL (Louis). — Sur les productions végétales du Maroc. La constitution du sol marocain et les influences climatologiques 442
SARTORY (A.) et MAIRE (L.). — Les champignons vénéneux. 528
STEVENS (F. L.) et HALL (J. G.). — Diseases of economic plants. 313

Zoologie et Biologie générale

BEAUCHAMP (P. de). — Les grèves de Roscoff. . . . 27
BORDAS (L.). — Etude anatomique et histologique de l'appareil digestif des Lépidoptères adultes 348
CAULLERY (Maurice). — Parasitisme et symbiose. . . . 26
CHAMPY (Christian). — Etude expérimentale sur les différences sexuelles chez les Tritons. 489
CHOPARD (L.). — Faune de France. 3. Orthoptères et Dermaptères 528
CUÉNOT (L.). — La genèse des espèces animales . . . 560
— Faune de France. 4 723
DELAFOSSE (Maurice). — Les noirs de l'Afrique . . . 59
DELPHY (Jean). — Etudes sur l'organisation et le développement des Lombriciens limicoles thalassophiles 88
FEYTAUD (Dr Jean). — La cité des Termites : mœurs sociales du termite lucifuge ; ses ravages ; sa destruction 408
GRUVEL (A.). — En Norvège : l'industrie des pêches. . 659
HOULBER (C.). — Les Coléoptères d'Europe. France et régions voisines. 407
KOEHLER (R.). — Faune de France. I. Echinodermes. . 87
KOFOID (Ch. At.) et SWEZY (Olive). — The free living unarmored Dinoflagellata 380
OSBORN (H. F.). — L'origine et l'évolution de la vie . . 185
PARIS (P.). — Faune de France. 2. Oiseaux 154
PRENANT (Marcel). — Recherches sur le parenchyme des Plathelminthes. 595
ROULE (L.). — Les poissons migrateurs, leur vie et leur pêche 722
SANCHEZ Y SANCHEZ (Manuel). — Investigaciones sobre el tejido cartilaginoso de los Selacios 88
SIRKS (Dr M. J.). — Handboek der algemeene Erfelijkheidsleer (Manuel d'hérédité générale) 594
TREADWELL (A. Louis). — Leodocidae of the west indian region. 409
TROUESSART (E. L.). — La distribution géographique des animaux 280
VANDEL (A.). — Recherches expérimentales sur les modes de reproduction des Planaires triclades paludicoles. 281

Anatomie et Physiologie

APERT. — La croissance 89
CHAINE (J.). — Anatomie comparative 314
CHAMPY (Ch.). — Manuel d'Embryologie 123
FORSTER (A.). — La voûte tarsienne transversale ; sa formation et son mécanisme. 443
GOURDON (L.), DIJONNEAU (H.) et THIBAUDEAU (J.). — Le rendement professionnel des mutilés. . . . 123
POLICARD (A.). — Précis d'Histologie physiologique. . 529
TURCHINI (Jean). — Contribution à l'étude de l'Histophysiologie rénale. Les processus cytologiques de l'élimination des matières colorantes par le rein. . . 627
VILLEMIN (F.). — Recherches d'Anatomie comparée sur le duodénum de l'homme et des mammifères. . . 154

4° SCIENCES MÉDICALES

Médecine et Chirurgie

BAINBRIDGE (W. S.). — Le problème du cancer. . . 560
BÉNON (R.). — Eléments de Pathologie mentale. Clinique et médecine légale. 692
DAMAYE (H.). — Le médecin devant l'assistance et l'enseignement psychiatriques. 723
DEJUST (L. H.). — Examen critique de l'Homeopathie. 692
DOPTER. — Les maladies infectieuses pendant la guerre. 282
MACKENZIE (Sir James). — L'avenir de la médecine. . 444
RICHET (Ch.) et RICHET fils (Ch.). — Traité de Physiologie médico-chirurgicale. 282

Hygiène et Thérapeutique

APERT (Dr). — Vaccins et sérums. 315
BOUTAN (Pierre). — Les agents physiques et la Physiothérapie. 220
CHAVIGNY (Dr P.). — Psychologie de l'Hygiène. . . . 660
LACAPÈRE (G.) et VALLERY-RADOT (P.). — Traitement de la syphilis héréditaire et de la syphilis infantile acquise. 348
MARCHADIER (A. D.) et GOUJON (A.). — Les poisons méconnus 490

5° SCIENCES DIVERSES

A catalogue of Bristish scientific and technical books. 89
Index Generalis 1920-1921. Annuaire général des Universités. 409
BLONDEL (Georges). — La Rhénanie. Son passé, son avenir. 251
BRUNSCHVICG (Léon). — Nature et liberté. 155
CARNOY (Albert). — Les Indo-Européens. 529
GAUDEFROY-DESMOMBYNES. — Les institutions musulmanes. 315
GOBLOT (Ed.). — Le système des Sciences ; le vrai, l'intelligible et le réel. 596
LALLEMAND (Ch.). — L'anarchie monétaire et ses conséquences économiques. 562
PELLEGRIN (Colonel F. L. L.). — La vie d'une armée pendant la grande guerre. 186
ROUGIER (Louis). — La structure des théories déductives. 628
TASSY (Edme) et LÉRIS (Pierre). — Les ressources du travail intellectuel en France. 124

IV. — ACADÉMIES ET SOCIÉTÉS SAVANTES DE LA FRANCE ET DE L'ÉTRANGER

Académie des Sciences de Paris

Séances des 12 et 19 déc. 1921 28
— 27 — — 60
— 3 janv. 1922 61
— 9 — — 90
— 16 — — 91
— 23 — — 92
— 30 — — 125
— 6 fév. — 126, 156
— 13 — — 156
— 20 — — 158, 187
— 27 — — 187
— 6 mars — 190
— 13 — — 221
— 20 — — 223
Séances des 27 mars 1922 251
— 3 avril — 252
— 10 — — 283
— 18 — — 284
— 24 — — 316
— 1er mai — 316
— 8 — — 349
— 15 — — 350
— 22 — — 381
— 29 — — 410
— 6 juin — 411
— 12 — — 412
— 19 — — 413
— 26 — — 445
— 3 juil. — 447
— 10 — — 491
Séances des 17 juillet 1922 492
— 24 — — 530
— 31 — — 531
— 7 et 16 août — 532
— 21 et 28 — — 563
— 4 et 11 sept. — 564
— 18 — — 565
— 25 — — 597
— 2 oct. — 597
— 9 — — 629
— 16 — — 630
— 23 — — 661
— 30 — — 662
— 6 nov. — 663
— 13 — — 693
— 20 — — 694

Séances des 27 nov. 1922 724
— 4 déc. — 726

Société française de Physique

Séances des 2 déc. 1921 30
— 12 — — 62
— 20 janv. 1922 127
— 3 févr. — 158
— 17 — — 190
— 3 mars — 223
— 17 — — 253
— 7 avr. — 318
— 5 mai — 351,382
— 2 juin — 414
— 7 juil. — 493
— 17 nov. — 727
— 1er déc. — 727

Société chimique de France

Séances des 27 janv. 1922 127
— 10 févr. — 191
— 24 — — 223
— 10 mars — 223
— 24 — — 285
— 28 avril — 319
— 12 mai — 382
— 26 — — 415
— 9 juin — 416
— 23 — — 493
— 28 juil. — 533
— 10 nov. — 695
— 24 — — 727

Société de Biologie

Séances des 10 et 17 déc. 1921 31
— 7 et 14 janv. 1922 93
— 21 et 28 — — 128
— 11 et 18 fév. — 159
— 25 — — 192
— 4 mars — 192
— 11 et 18 — — 224
— 25 — — 255
— 1er avril — 285
— 8 et 29 — — 320
— 6 mai — 351
— 13 et 20 — — 383
— 27 — — 384
— 3 et 10 juin — 448,494
— 24 — — 533
— 1er et 8 juil. — 534
— 15 et 22 — — 565
— 14 et 21 oct. — 631
— 28 — — 667
— 4 nov. — 664
— 4, 11, 18 et 25 — — 696
— 2 déc. — 728

Académie d'Agriculture de France

Séances de juin 1921 64
— juil. — 64
— oct. — 94
— nov. et déc. — 94
— janv. 1922 255
— 286
— février et mars — 286

Séances de avril 1922 535
— mai et juin — 566,598
— juil. — 599

Société royale de Londres

Séances des 3 et 10 nov. 1921 32
— 17 et 24 — — 160
— 8 déc. — 192
— 19 janv. 1922 255
— 26 — — 256
— 2 et 9 fév. — 384,416
— 16 — — 416
— 23 — — 494
— 2 et 16 mars — 495
— 23 — — 496
— 30 — — 536
— 6 avril — 536
— 4 mai — 568
— 11, 18 et 25 — — 600
— 3 et 15 juin — 632

Académie des Sciences de Belgique

Séances des 2 juil. 1921 96
— 6 août — 96
— 8 oct. — 96
— 5 nov. — 160
— 3 déc. — 288
— 7 janv. 1922 352
— 4 fév. — 352
— 4 mars — 496
— 1er avril — 496
— 2 mai — 599
— 3 juin — 600,631

TABLE ALPHABÉTIQUE DES MATIÈRES

CONTENUES DANS LE TOME XXXIII DE LA REVUE GÉNÉRALE DES SCIENCES PURES ET APPLIQUÉES [1]

A

Académie. — Election à l'Académie des Sciences de Paris. 65, 321, 386, 417, 697
Acide. — Influence de la température sur deux modes alternes de décomposition de l'ac. formique. . . . 256
— Réalisation économique de réactions oxydantes dans les usines d'ac. nitrique synthétique. 319
— Rôle de l'ac. carbonique dégagé par les microorganismes 567
Acier. — La métallographie de l'acier et de la fonte . 441
— L'acier 718
Aéronefs. — La T. S. F. appliquée aux navires et aux aéronefs **165**
Aéroplanes. — Aeroplanes performance calculations. 346
— The dynamics of the airplane. 378
Affinité. — La constitution des atomes et l'affinité chimique. **390**
— L'affinité. Application aux gaz parfaits 599
Affuts. — Mécanique des affûts. 593
Afrique. — Une grande traversée africaine : la Mission Bruneau de Laborie 292
Agriculture. — Evolution et état actuel de l'agriculture américaine 535
Aimantation. — Démonstration des discontinuités de l'aimantation par les amplificateurs et le téléphone. 33
Aimants. — Actions mutuelles de courants et d'aimants plongés dans un liquide magnétique illimité. 62
Albanie. — La géographie et la géologie de l'Albanie moyenne 698
Algues. — La gélose des algues floridées. 35
Alliage. — Nouveau procédé et nouvel alliage antirouille. 355
Alpes. — La vie pastorale dans les Alpes françaises. . 720
Aluminium. — Le nettoyage des ustensiles en aluminium 572
Amérique. — Les progrès de la production de l'électricité en Amérique. 226
Amines. — Sur la déshydrogénation des amines. . . . 192
Ammoniac. — Quelques documents historiques concernant le problème de la synthèse de l'ammoniac. . 285
Analyse. — Appareil industriel d'analyse thermique. 63
— Rays of positive électricity and their application to chemical analysis 378
— Traité d'analyse chimique qualitative. 406
Anatomie. — Anatomie comparative 314
Anguille. — Les lieux de reproduction de l'anguille . 384
Animaux. — La distribution géographique des animaux. 281
Annuaire. — Annuaire général des Universités 409
Antennes. — Avantage des antennes directrices pour l'élimination des perturbations atmosphériques en radiotélégraphie. 634
Anthraquinone. — Etudes sur l'anthraquinone. . . . **502**
Antimoine. — La luminescence de l'antimoine vers son point de solidification 324
Arboretum. — L'Arboretum de Pezanin. 288
Archéologie. — A text-book of european Archaelogy. Part. I. 690
Archæopteryx. — Ueber das Becken, den Schultergurtel und einige andere Teile der Londoner Archaeopteryx. 348
Arithmétique. — Précis d'Arithmétique 244
Armée. — La vie d'une armée pendant la guerre. . . 186
Arthropodes. — La « castration parasitaire » des Arthropodes. 131
Assimilation. — Augmentation de l'assimilation de la matière azotée des graines. 94
Assurances. — Théorie mathématique des assurances. 310
Astronome. — Une famille d'astronomes : les Herschel. **326**
Astronomie. — L'Astronomie et les Astronomes . . . 439
— Histoire de l'Astronomie 624
Atmosphère. — Recherches sur le rayonnement de l'atmosphère 253
— Recherches sur les germes de champignons dans l'atmosphère 602
Atomes. — La constitution des atomes et l'affinité chimique **390**
— Le paramagnétisme et la structure de l'atome. . . 414
Autoxydation. — Sur l'autoxydation : les antioxygènes. 127
— Autoxydation des composés sulfurés organiques . 382
Aviation. — Le problème du moteur d'aviation **48**
Avions. — Le bruit des avions **304**
Azote. — L'azote 558

B

Bacille. — Etudes sur le métabolisme des graisses chez le bacille de la phléole des Prés 256
Balance. — Etude de la balance 494
Baleines. — A history of the whale fisheries. 218
Balistique. — Traité de Balistique intérieure. 214
Barovariomètres. — Sur l'utilisation des barovariomètres à écoulement capillaire 191
Belgique. — Les modes de groupement de la population en Belgique. 4
Béton. — Traité sur le béton armé. 624
Betteraves. — Sur les betteraves fourragères sélectionnées d'origine danoise. 255
— Travaux de M. Munerati sur la betterave à sucre . 286
Beurre. — Résultats du concours beurrier d'Yvetot 1922) 598
Bibliographie. — Association de géographes français. XXV-XXIXe Bibliographie géographique (1915-1917). 379
Biologie. — Principes de Biologie végétale. 24
— Biologie générale. La vie de la matière 248
Bison. — Les résultats de la protection officielle du bison aux Etats-Unis. 501
Blé. — La culture sarclée du blé. 64
— La sélection des blés résistant aux rouilles. . . . **81**
— Fécondation croisée spontanée chez le blé dur et le blé tendre. 566
— Les blés durs marocains. 566
— Les blés durs et les blés tendres marocains. . . . 598
— Essais sur les engrais potassiques appliqués au blé en terres argileuses 568
Bois. — Les bois du Cameroun. 184
Botanique. — Traité pratique de sylviculture. Précis de Botanique forestière et biologie de l'arbre . . . 25
— Principes de Botanique 87

C

Cadrans. — Gnomonique ou traité théorique et pratique de la construction des cadrans solaires. 484
Calcul. — Réflexions sur la métaphysique du Calcul infinitésimal 526
— Introduction au Calcul tensoriel et au Calcul différentiel absolu. 593
Calibres — Etude des calibres industriels au moyen des interférences lumineuses 158
Cameroun. — Les bois du Cameroun. 184
Camphier. — Le camphrier **209**

1. Les **chiffres gras** reportent aux articles originaux.

Canaux. — Navigation intérieure. Canaux. 657
Cancer. — Le problème du cancer. 560
— La mortalité par cancer et sa fréquence croissante. 667
Carrière. — La carrière scientifique du Prince de Monaco. **542**
Castration. — La « castration parasitaire » des Arthropodes. 131
Catalogue. — A catalogue of british scientific and technical books 89
Cellulose. — La fluorescence de la cellulose et de ses dérivés 163
Centrales. — L'utilisation des chaleurs perdues dans les centrales électriques. 194
Cétimines. — Sur l'hydrogénation des cétimines et des cétisocétimines 191
Chaine. — Le prolongement de la chaîne calédonienne dans l'Extrême nord américain 389
Chaleurs. — L'utilisation des chaleurs perdues dans les centrales électriques 194
— La valeur limite de la chaleur de vaporisation au zéro absolu. 118
Champ. — Sur les grandeurs champ et induction. . . . 30
— Méthode électromagnétique pour la mesure de l'intensité horizontale du champ magnétique terrestre 536
Champagne. — La végétation de la Champagne crayeuse 59
Champignons. — Les champignons vénéneux 528
— Recherches sur les germes de champignons dans l'atmosphère. 602
Change. — Le change, phénomène naturel . . . **645, 680**
Charbons. — Recherches sur la chimie du carbone. II. Les constituants résiniques et les propriétés cokéfiantes des charbons. 256
Chataigneraies. — Reconstitution des châtaigneraies. 287
Chaudières. — Calcul des chaudières à vapeur. . . . 121
— Boiler plant testing 689
Chauffage. — Le chauffage central et l'utilisation mécanique de l'énergie contenue dans la vapeur à très basse pression. 67
Chaussées. — Les chaussées modernes 484
Chemins de fer. — Leçons sur les chemins de fer. . . 718
Cheval. — L'élevage du cheval gros trait en Allemagne 95
Chimie. — La Chimie et la guerre. 153
— Les disciplines d'une science : la Chimie. 247
— La Chimie et l'état colloïdal. **610**
Chine. — La Chine. 407
Chlore. — La séparation de l'élément chlore en ses isotopes. 324
Choc. — La durée du choc des barreaux. 225
Cholestérol. — L'origine et la destinée du cholestérol dans l'organisme animal. XII. L'excrétion des stérols chez l'homme. 256
Chronomètres. — Les organes réglants des chronomètres. 525
Chronométrie. — Problèmes mécaniques et chronométriques **163**
Cinématique. — Cours de Cinématique appliquée. . . 85
Cochylis. — Evolution de la Cochylis et de l'Eudémis 286
Coléoptères. — Les Coléoptères d'Europe. France et régions voisines 407
Colloïdes. — The physical properties of colloïdal solutions. 153
— Les colloïdes, leurs gelées et leurs solutions. . . . 278
— Les colloïdes et la vie **358**
— La chimie et l'état colloïdal. **610**
Colonies. — La standardisation des produits coloniaux 699
Coloration. — La coloration protectrice chez les oiseaux ; ses cinq modalités ; son extension. 227
— Notes sur la coloration et l'homochromie. 324
Combustibles. — Théorie de la combustion et utilisation des combustibles 278
Conductibilité. — Influence des gaz occlus sur la conductibilité du verre 570
Continents. — La dérive des continents, selon la théorie d'Alfred Wegener. **293**
Contraction. — Réalité de la contraction lorentzienne 162
Corpuscules. — Nouvelles recherches sur les corpuscules rapides extraits des atomes par les rayons X. 382
Cosmogonie. — Cosmogonie et gravitation 245
Coton. — L'activité de l'Association cotonnière coloniale depuis 1914. 68
— Essais industriels sur les cotons longue soie du Cambodge. 94
Cotonnier. — La culture du cotonnier en Afrique occidentale et les irrigations du Niger. 163
Coumarine. — Recherches microchimiques sur la coumarine. 496
Coup de bélier. — Théorie du coup de bélier 21
Courants. — Sur les actions mutuelles de courants et d'aimants plongés dans un liquide magnétique illimité. 62
Croissance. — La croissance. 89
Crustacés. — Les adaptations éthologiques chez les Crustacés. **10**
— La spécificité parasitaire chez les Crustacés. . . . 291
Cuivre. — Recherches sur l'effet des atmosphères réductrices sur le cuivre. 418
Cypridina. — La décroissance de la luminosité chez le *Cypridina*. 603

D

Dattier. — Sur la multiplication du dattier par semis 94
Décharges. — Reproduction artificielle des phénomènes accompagnant les décharges électriques atmosphériques 99
Démonstration. — La démonstration scientifique. Ire et IIe part. **239, 268**
Dermaptères. — Faune de France. 3. Orthoptères et Dermaptères 528
Diagnostic. — Précis de diagnostic chimique, microscopique et parasitologique 690
Dicétones. — La préparation des dicétones. 416
Diffraction. — Diffraction acoustique expérimentale . 318
Diffusion. — La diffusion du plomb solide en lui-même. 195
Dinoflagellés. — The free-living unarmored Dinoflagellata 380
Dispersion. — Réfraction et dispersion moléculaires. . **433, 471**
— La dispersion rotatoire moléculaire . . . **670, 710**
Distillation. — Une installation pour la distillation de la houille, à basse température, en Angleterre . 387
Distillerie. — Sur les débuts de la distillerie agricole. 535
Duodénum. — Recherches d'Anatomie comparée sur le duodénum de l'homme et des mammifères. 154
Dynamique. — Statique et Dynamique 151
— Dynamique appliquée. 311

E

Eau. — The chemical examination of water, sewage, foods and other substances 658
Ecritures. — L'expertise des écritures par les méthodes scientifiques **121**
Electricité. — Les progrès de la production de l'électricité en Amérique 226
— The emission of electricity from hot bodies. . . . 347
— Traité d'Electricité industrielle. 406
— Eléments d'électricité 594
— Les forces productrices de l'industrie électrique mondiale. 697
Electrons. — Sur le mouvement des électrons animés de très grandes vitesses. 98
Embryologie. — Manuel d'Embryologie. 123
— Traité d'Embryologie des vertébrés. 219
Endocrinologie. — Les étapes de l'Endocrinologie et son état actuel. **638**
Energie. — La matière et l'énergie selon la théorie de la relativite et la théorie des quanta 526
Ergot. — Ergot de Diss et ergot d'Avoine 285
Espace. — Sur la possibilité de se représenter l'espace fini et sans bornes de la théorie de la relativité. . **205**
— Sur la notion de courbure de l'espace. 225
— A propos de la conception einsteinienne de l'espace fini 289
— L'espace et le temps. 485
Espèces. — La genèse des espèces animales. 560
Etalons. — Indications sur les méthodes de détermination des étalons primaires en quartz 63
Etats. — Les états correspondants ; les dérivés halogénés du benzène 223
Etats-Unis. — Première découverte d'un primate anthropoïde aux Etats-Unis 501
— Les résultats de la protection officielle du bison aux Etats-Unis. 501
Ether. — L'éther et la théorie de la relativité 152
Ethers-sels. — Contribution à l'étude des propriétés des éthers-sels αα-disubstitués. 191
Ethnographie. — L'Ethnographie et la Préhistoire . . **261**
Eudémis. — Evolution de la Cochylis et de l'Eudémis. 286
Everest. — Une préparation d'ascension du mont Everest. 132
— La tentative d'ascension du mont Everest. 636

Expédition. — L'expédition Dana. 541
Expertises. — Méthodes actuelles d'expertises employées au Laboratoire municipal de Paris. I-IV-V. 279, 625

F

Faune. — Faune de France. 1. Echinodermes 87
— Un sous-ordre nouveau pour la faune française. . 100
— Faune de France. 2. Oiseaux 154
— L'utilisation des faunes carcinologiques dans l'établissement des divisions bathymétriques de la zone intercotidale 164
— Faune de France. 3. Orthoptères et Dermaptères. 528
— Faune de France. 4. Sipunculiens, etc. 723
Fer. — L'industrie du fer en France en 1789 130
Fibre. — La fibre striée est-elle génétiquement uni ou multicellulaire. 453
Fièvre. — Epizootie de fièvre aphteuse en Alsace et en Lorraine de 1918 à 1921. 286
Finitisme. — La vitesse-limite de la lumière et le finitisme. **101**
Fluides. — Aperçus théoriques sur la résistance des fluides. 152
Fonctions. — La généralisation des fonctions analytiques 538
Fonte. — La métallographie de l'acier et de la fonte. 441
— La fonte 718
Forêts. — Note sur les forêts d'Ecosse 599
Formiate. — La transformation du formiate de soude en oxalate. 382
Four. — Four électrique à haute fréquence 667
France. — La population de la France en 1921. . . . 259
Frigoriste. — Le mécanicien frigoriste 23

G

Gaz. — Manuel de Chimie gazière. 184
— L'action toxique du gaz d'éclairage sur les plantes. 356
Gazogènes. — Les Gazogènes. 559
Gélose. — La gélose des Algues floridées 35
Géographie. — Revue de Géographie économique. Les nouveaux États de l'Europe **111, 141**
— Principes de Géographie humaine 488
Géologie. — Géologie de la France 57
— Où en est la Géologie 57
— La Géologie mise à la portée de tous. 122
— Traité pratique de Géologie. 218
— Géologie agricole du département de l'Oise . . . 280
— Géologie et Minéralogie appliquée à l'art de l'ingénieur 527
— The study of geological maps. 659
— Le XIIIe Congrès géologique international (session de Bruxelles, 1922) **700**
Géométrie. — Guida practica del Geometra moderno. 215
— Storia della Geometria descrittiva 277
— Traité pratique de Géométrie descriptive 403
— La recherche des lieux géométriques en Géométrie analytique 484
— Introduction à la Géométrie non-euclidienne. . . 688
— Géométrie perspective 717
Gnomonique. — Gnomonique ou traité théorique et pratique de la construction des cadrans solaires. . 484
Graisses. — Un nouveau solvant industriel pour l'extraction des matières grasses végétales. 540
Gravitation. — Sur l'absorption de la gravitation. . **70**
— Leçons élémentaires sur la gravitation, d'après la théorie d'Einstein. 85
— Cosmogonie et gravitation 245
— Sur l'absorption de la gravitation. 257
— La théorie einsteinienne de la gravitation 378
— Le principe de relativité et la théorie de la gravitation 440
— L'effet de la température sur l'attraction due à la gravitation. 601
Grenouilles. — L'histoire naturelle des grenouilles nord-américaines 418
Grèves. — Les grèves de Roscoff. 27
Guadeloupe. — Les productions agricoles de la Guadeloupe. 258
Guerre. — La chimie et la guerre. 153
— Les maladies infectieuses pendant la guerre. . . 282

H

Hanneton. — La lutte contre le hanneton 568
Hélice. — Lois mathématiques de la résistance des fluides. Théorie de l'hélice. 311
Hérédité. — Manuel d'hérédité générale. 594
Histologie. — Précis d'Histologie physiologique. . . 529
Homme. — Homo. 153
Homochromie. — Notes sur la coloration et l'homochromie. 324
Homœopathie. — Examen critique de l'homœopathie . 693
Houille. — Une installation pour la distillation de la houille à basse température, en Angleterre. . . . 387
Huile. — La teneur en vitamine de l'huile de foie de morue suivant son mode de préparation. 602
— Fabric. et raffinage des huiles végétales. 719
Hydraulique. — Hydraulique industrielle et usines hydrauliques 21
Hygiène. — Psychologie de l'Hygiène. 660
Hyperglycémie. — L'hyperglycémie asphyxique. . . . 228

I

Indices. — Tables of refractive indexes. II. Oils, fats and waxes. 86
Indigo. — Une nouvelle synthèse de l'indigo. 355
Indo-Européens. — Les Indo-Européens. 529
Induction. — Sur les grandeurs champ et induction. 30
Industries — Les industries chimiques régionales de la France. 347
Insectes. — Sur la nervation alaire des Insectes. . . 496
Intégrales. — Géométrie et analyse des intégrales doubles. 19
— Introduction to the theory of Fourier's series and integrals 657
Intersexualité. — L'intersexualité. **174**
Invariants. — Leçons sur les invariants intégraux . . . 717
Investigation. — Investigation et réalisation. **451**
Isotopes. — Les isotopes et la spectrographie de masse. **131**
— La séparation de l'élément chlore en ses isotopes. 324

J

Jan Mayen. — Exploration à l'île J. M. 668
Japon. — Les peuples de l'Extrême-Orient. Le Japon. 24
Jubilé. — Le jubilé scientifique de M. H. Le Chatelier. 33

L

Leodocidés. — *Leodocidæ* of the west Indian region . 409
Lépidoptères. — Etude anatomique et histologique de l'appareil digestif des Lépidoptères adultes. 348
Levés. — Emploi de la photographie aérienne aux levés cadastraux et aux levés géographiques. 310
Liberté. — Nature et Liberté. 155
Lieux. — La recherche des lieux géométriques en Géométrie analytique. 484
Lignites. — Nouvelles recherches sur l'utilisation des lignites. 451
Linguistique. — Les influences géographiques en linguistique. 420
Lobe. — Sur les fonctions du lobe frontal. **601**
Lombriciens. — Etudes sur l'organisation et le développement des Lombriciens limicoles thalassophiles. 88
Lotier. — Culture du Lotier corniculé. 287
Lumière. — La vitesse-limite de la lumière et le finitisme **101**
Luminescence. — La luminescence de l'antimoine vers son point de solidification. 324
— La luminescence des solides incandescents 355
Luminosité. — La décroissance de la luminosité chez le *Cypridina*. 603

M

Macédoine. — La Macédoine et les Macédoniens. . . . 442
Machines. — La pratique des machines électriques. . 24
Magnétisme. — Le magnétisme et la structure atomique. II. Constitution du système hydrogène-palladium et d'autres systèmes analogues. 495
Maladies. — Les maladies infectieuses pendant la guerre. 282
Manuscrits. — The early mathematical manuscripts of Leibniz. 121
Marées. — Les grandes marées de la baie de Fundy et leurs causes. 66
— L'utilisation de la force des marées en Grande-Bretagne. 129
Marine. — La marine marchande française en 1920. . 666

MAROC. — Sur les productions végétales du Maroc. La constitution du sol marocain et les influences climatologiques 442
— Voyage d'études au Maroc. 559
MAROCAINS. — Les influences maritimes dans la vie des indigènes marocains. 357
MATHÉMATIQUES. — Cours complet de Mathématiques spéciales. 85
— Cours de Mathématiques générales. 277
MATIÈRE. — La matière et l'énergie selon la théorie de la relativité et la théorie des quanta. 526
MATIÈRES COLORANTES. — Les matières colorantes de synthèse et les produits intermédiaires. 526
MÉCANIQUE. — Cours de Mécanique rationnelle. . . . 182
— Cours de Mécanique appliquée. 524
MÉCANISMES. — Mécanismes communs aux phénomènes disparates 20
MÉDECINE. — L'avenir de la médecine. 444
MEMBRANES. — Perméabilité sélective des membranes polarisées. 538
MÉTALLOGRAPHIE. — La métallographie de l'acier et de la fonte. 441
MÉTALLURGIE. — Métallurgie. 218
MÉTÉOROLOGIE. — Les caractères de l'année météorologique 1920-21. 95
MICROANALYSE. — La microanalyse organique quantitative. **198**
MICROSCOPIE. — Précis de Microscopie. 249
MILDIOU. — La lutte contre le mildiou de la vigne. . . 95
MINÉRALOGIE. — Géologie et Minéralogie appliquée à l'art de l'ingénieur 527
MIROIRS. — Remarque au sujet des miroirs pour appareils de mesure 30
— Sur les miroirs de Fresnel ; conditions de netteté des franges et réglage de l'appareil 351
MONDES. — Origine et formation des mondes 439
MONNAIES. — L'anarchie monétaire et ses conséquences économiques 562
MOULINS. — Les moulins coopératifs 535
MOUSTIQUES. — Poissons et moustiques 572
MUSULMANS. — Les institutions musulmanes 315
MUTILÉS. — Le rendement professionnel des mutilés . 123
MYOTIQUES. — Mydriatiques et myotiques. Etude des rapports entre leur structure chimique et leur action physiologique **544, 583**
MYDRIATIQUES. — Mydriatiques et myotiques. Etude des rapports entre leur structure chimique et leur action physiologique **544, 583**

N

NATURE. — Nature et Liberté 155
NAVIGATION. — Navigation intérieure. Canaux 657
NAVIRES. — La T. S. F. appliquée aux navires et aux aéronefs **165**
NIGER. — La culture du cotonnier en Afrique occidentale et les irrigations du Niger 163
NOIRS. — Les noirs de l'Afrique 59
NOMOGRAPHIE. — Coup d'œil sur les principes fondamentaux de la Nomographie **230**
— Pour servir à l'histoire de la Nomographie . . . **518**
— A propos de l'histoire de la Nomographie **620**
NORVÈGE. — En Norvège. L'industrie des pêches . . . 659
NOVOCAÏNE. — Quelques homologues de la novocaïne . 223

O

OCÉANIE. — Notre domaine colonial. X : L'Océanie française 441
ŒIL. — De la musculature interne de l'œil de quelques reptiles 288
ŒUFS. — L'influence de l'émanation du radium sur l'incubation des œufs de poule 227
ŒUVRES. — Œuvres complètes d'Archimède 84
— Obras completas y correspondencia cientifica de F. Ameghino 86
— L'œuvre scientifique de Laplace 557
OISE. — Géologie agricole du département de l'Oise. . 280
OISEAUX. — Nos maîtres les oiseaux 22
— Faune de France. Oiseaux 154
— La coloration protectrice chez les oiseaux : ses cinq modalités ; son extension 227
ONTOGÉNIE. — La constitution des plantes vasculaires révélée par leur ontogénie. 58
ORTHOPTÈRES. — Faune de France. 3. Orthoptères et Dermaptères 528
OXALATE. — La transformation du formiate de soude en oxalate 382

P

PACHYDERMES. — La température de la peau des Pachydermes. 3
PALÉONTOLOGIE. — Revue de Paléontologie animale. . **336, 364**
PALMIERS. — Sur le développement et la morphologie des feuilles de palmier 536
PAPIER. — L'emploi de la paille pour la fabrication du papier est recommandable 95
PARAFOUDRE. — Recherches expérimentales sur la rapidité du parafoudre à décharges fractionnées. . . 386
PARAMAGNÉTISME. — Le paramagnétisme et la structure de l'atome 414
PARASITISME. — Parasitisme et symbiose 26
— Quelques mots sur la spécificité parasitaire chez les Crustacés 291
PARENCHYME. — Recherches sur le parenchyme des Plathelminthes. 595
PARFUMS. — Nouveaux parfums synthétiques. 312
PAROLE. — La nature de la parole et son interprétation 386
— Nouvelles recherches sur la nature de la parole. . 498
PARTHÉNOGÉNÈSE. — La « parthénogénèse » chez les Protozoaires 452
PATHOLOGIE. — Eléments de Pathologie mentale . . . 692
PEAU. — La température de la peau des Pachydermes. 3
PÊCHERS. — Sur un parasite nouveau des plantations de pêchers dans la vallée du Rhône. 95
PÊCHES. — Les constituants odorants des pêches 196
— En Norvège. L'industrie des pêches 659
PERMÉABILITÉ. — Perméabilité sélective des membranes polarisées. 538
PERTURBATIONS. — Avantage des antennes directrices pour l'élimination des perturbations atmosphériques en radiotélégraphie 634
PESTE. — La peste en Russie 419
PÉTROLE. — Le pétrole et son industrie. 487
— The oil encyclopedia 627
— Les gisements de pétrole 720
PHOSPHATE. — Sur l'action de l'épichlorhydrine sur le phosphate trisodique en solution aqueuse et sur la stabilité d'un diéther diglycéro-monophosphorique 494
PHOSPHORESCENCE. — Présentation et propriétés de nouveaux sulfures de zinc phosphorescents. 223
PHOTOGRAPHIE. — Emploi de la photographie aérienne aux levés cadastraux et aux levés géographiques. . 310
PHYLLORHIZE. — La découverte de la Phyllorhize . . . **101**
PHYSIOLOGIE. — Traité de Physiologie médico-chirurgicale. 282
— Précis de Physiologie végétale. 379
PHYSIOTHÉRAPIE. — Les agents physiques et la Physiothérapie 220
PHYSIQUE. — La Physique théorique nouvelle. 216
— Leçons élémentaires de Physique expérimentale : les théories modernes 441
— A dictionary of applied Physics. I. Mechanics, engineering, heat 486
— II. Electricity. 658
— Physique élémentaire et théories modernes. I. Molécules et atomes 526
PILES. — Les piles photo-électriques et leurs emplois. 1
PILOCARPINE. — Recherches dans la série de la pilocarpine. 533
PLANAIRES. — Recherches expérimentales sur les modes de reproduction des Planaires triclades paludicoles 281
PLANKTON. — Influence de la température sur la composition qualitative du plankton 69
PLANTES. — La constitution des Plantes vasculaires révélée par leur ontogénie. 58
— Nutrition de la plante. I. Echanges d'eau et de substances minérales. II. Formation des substances ternaires. 248
— Diseases of economic plants. 313
— L'action toxique du gaz d'éclairage sur les plantes. 356
— Les maladies parasitaires des plantes. 443
— Les Plantes (Histoire nat. illustrée). 692
PLAQUETTES. — Les plaquettes sanguines et leur comportement dans diverses circonstances. 568
PLATHELMINTHES. — Recherches sur le parenchyme des Plathelminthes. 595
PLOMB. — La diffusion du plomb solide en lui-même. 195
PLUIE. — Histoire géologique de la pluie. 559

Poissons. — Synchronisme des mouvements respiratoires et des pulsations cardiaques chez les Poissons. 96
— Les Poissons méconnus. 490
— Poissons et moustiques. 572
— Découverte d'un poisson nouveau dans le marbre noir de Denée. 599
— Les Poissons migrateurs, leur vie et leur pêche. 722
Polarisation. — Phénomènes de polarisation dans les ampoules à rayons X. 258
Polarité. — Polarité de la non-saturation moléculaire. 571
Polyalcools. — Action de l'acide borique en solution sur les polyalcools. 223
Pommes. — Disparition de l'acide sulfureux libre dans un jus de pommes conservé. 287
Pommiers. — Histoire et amélioration des pommiers et spécialement des pommiers à cidre. 489
Population. — La population de la France en 1921. 259
Porc. — Le sorgho dans l'alimentation intensive du porc. 64
Porcelets. — Maladie des jeunes porcelets à la suite des années sèches. 566
Potentiels. — Détermination directe des potentiels relatifs « aux niveaux » d'énergie d'un atome. Nouvelle mesure de la constante h de Plank. 190
Pouvoir. — Applications du pouvoir rotatoire à l'étude des réactions en solution. 493
Préhistoire. — L'Ethnographie et la Préhistoire. **261**
— Préhistoire. 488
Prévision. — La prévision scientifique du temps, d'après le dernier livre de M. Guilbert. **552**
Primate. — Première découverte d'un Primate anthropoïde aux Etats-Unis. 501
Prix. — Les Prix Nobel. 665
Probabilités. — Essai philosophique sur les probabilités. 214
Problème. — Leçons sur le problème de Pfaff. 688
Protéines. — Le spectre d'absorption ultraviolet et la rotation optique des protéines des sérums sanguins. 255
Protozoaires. — La « parthénogénèse » chez les Protozoaires. 452
Psychiatrie. — Le médecin devant l'assistance et l'enseignement psychiatriques. 723
Puisards. — Méthode de drainage basée sur l'utilisation des puisards. 535
Pyrénées. — Les Pyrénées. 407

Q

Quadrilatère. — Premiers éléments d'une théorie du quadrilatère complet. 84

R

Radiation. — La radiation J. 290
Radiocommunications. — La théorie et la pratique des radiocommunications. II. La propagation des ondes électromagnétiques à la surface de la Terre. 217
Radiogoniométrie. — Sur la radiogoniométrie des parasites atmosphériques et la prévision du temps. 569
Radiopuncture. — La radiopuncture, nouvelle technique de cytologie expérimentale. 196
Radiotélégraphie. — Installations actuelles de la station radiotélégraphique de Nauen (Allemagne). 34
— Le problème de la prise de terre en radiotélégraphie. 417
Radium. — L'influence de l'émanation du radium sur l'incubation des œufs de poule. 227
Rayonnement. — Recherches sur le rayonnement de l'atmosphère. 253
— Nouveau rayonnement de courte longueur d'onde. 351
Rayons. — L'action biologique des rayons X. **141**
— La dispersion des rayons β. 2
— Phénomènes de polarisation dans les ampoules à rayons X. 253
— Rays of positive electricity and their application to chemical analysis. 379
— Les spectres de rayons β et leur signification. 495
— Sources de rayons ultra-violets à spectre continu. 602
Réaction. — Etude physico-chimique des réactions en solution. 695
Réfraction. — Réfraction et dispersion moléculaires. **433, 171**
Règle. — Méthode pratique de règle à calcul, type Mannheim. 56, 182
Rein. — Contribution à l'étude de l'Histophysiologie rénale. Les processus cytologiques de l'élimination des matières colorantes par le rein. 627
Relativité. — Y a-t-il une erreur dans le premier mémoire d'Einstein ? **5**
— Les Théories d'Einstein. 56
— La relativité des phénomènes. 56
— Einstein et l'Univers. 56
— Relativity and the Electron theory. 122
— A propos de la théorie d'Einstein. 193
— Sur la possibilité de se représenter l'espace fini et sans bornes de la théorie de la relativité. **205**
— Théorie de la relativité restreinte et généralisée. 311
— Un résultat des discussions de la théorie d'Einstein au Collège de France. 322
— Temps, Espace, Matière. Leçons sur la théorie de la relativité générale. 404
— Le principe de Relativité et la théorie de la gravitation. 440
— Le règne de la relativité. 485
— Pour comprendre Einstein. 557
— Une manifestation contre la théorie de la relativité à l'occasion du centième anniversaire de la Société des naturalistes et médecins allemands. 601
— La physique et la métaphysique des théories d'Einstein. 689
— La Théorie de la relativité exposée sans mathématiques. 689
— Initiation aux théories d'Einstein. 689
— La Théorie de la relativité d'Einstein. 689
République argentine. — La République argentine. La mise en valeur du pays. 86
Résistance. — Aperçus théoriques sur la résistance des fluides. 152
— Lois mathématiques de la résistance des fluides. Théorie de l'hélice. 311
— Sur une nouvelle forme de résistance électrique des électrolytes. 352
Revue. — Revue de Géographie économique. Les nouveaux Etats de l'Europe. **111, 141**
— Revue de Paléontologie animale. **336, 364**
Rhénanie. — La Rhénanie. Son passé, son avenir. 250
Riz. — Les pays exportateurs de riz. 699
Rouilles. — La sélection des blés résistant aux rouilles. **81**
Russie. — Le recul de la Russie en Extrême-Orient. 36
— Ce que le Communisme a fait de la Russie agricole. 64
— La peste en Russie. 419

S

Salinité. — L'influence de la salinité de l'eau sur la germination et la croissance des plantes halophytes. 352
Saturation. — Polarité de la non-saturation moléculaire. 571
Sciences. — Le système des Sciences : le vrai, l'intelligible et le réel. 596
Scories. — L'alcalinité des scories de déphosphoration. 598
Sélaciens. — Investigaciones sobre el tejido cartilaginoso de los Selacios. 88
Séléniates. — Séléniates mono-cliniques doubles du groupe du manganèse. 496
Semences. — Epandage simultané des semences et des engrais en lignes parallèles rapprochées. 567
Semis. — Premières recherches sur les semis parallèles d'engrais et de semences. 599
Séries. — Bibliographie des séries trigonométriques. 19
— Introduction to the Theory of Fourier's Series and integrals. 657
Sérums. — Vaccins et sérums. 315
Sexe. — Les caractères sexuels et le problème de leur groupement. **330**
Solides. — La séparation industrielle des solides en milieu liquide. 594
Sols. — Influence de la température sur les propriétés absorbantes des sols. 94
— La température du sol et les facteurs qui la déterminent. 99
Solutions. — The physical properties of colloïdal solutions. 153
Solvant. — Un nouveau solvant industriel pour l'extraction des matières grasses végétales. 540
Soufre. — Sur le dosage du soufre dans les pyrites de fer. 319
Spectres. — Les énergies électroniques minimum associées à l'excitation des spectres de l'hélium. 256
— Les spectres d'induction du césium et du rubidium. 318
— Séries et autres régularités dans le spectre du manganèse. 496
— Les spectres d'étincelles sous l'eau. 727

SPECTROGRAPHIE. — Les isotopes et la spectrographie de masse. **134**
SPITZBERG. — Explorations au Spitzberg. 668
STATIONS. — Stations centrales proprement dites. . . . 183
— Stations centrales : distribution d'énergie. . . . 183
— Stations centrales : postes de transformation. . . 718
STATIQUE. — Statique 151
STATISTIQUE. — Die statistischen Forschungsmethoden. 151
— Statistique générale de la Tunisie. 627
SUCRE. — Méthode d'extraction du sucre des mélasses à l'aide de la baryte 535
SULFURES. — Présentation et propriétés de nouveaux sulfures de zinc phosphorescents 222
SYLVICULTURE. — Traité pratique de Sylviculture. Précis de Botanique forestière et biologie de l'arbre. . 25
SYMBIOSE. — Parasitisme et symbiose. 26
SYPHILIS. — Traitement de la syphilis héréditaire et de la syphilis infantile acquise 348

T

TABLES. — Les tables des livres scientifiques français. 325
TAILLE. — L'influence des milieux sur la taille humaine 635
TÉLÉGRAPHIE. — Appareils et installations télégraphiques. 217
TÉLÉGRAPHIE SANS FIL. — Notions élémentaires de T. S. F. et construction pratique de postes et récepteurs. 24
— Les progrès de la T. S. F. dus à la lampe à trois électrodes **37**
— La T. S. F. appliquée aux navires et aux aéronefs. **165**
— Le livre de l'amateur de T. S. F. 246
TELLURE. — Sur l'allotropie du tellure. 727
TEMPÉRATURES. — Mesure du temps dans l'échange des températures 31
— L'effet de la température sur l'attraction due à la gravitation. 601
TEMPS. — L'espace et le temps. 485
— La prévision scientifique du temps, d'après le dernier livre de M. Guilbert. **552**
— Sur la radiogoniométrie des parasites atmosphériques et la prévision du temps. 569
— La question du temps, d'après M. Bergson. . . . **573**
TENSIONS. — Une nouvelle étape dans l'emploi de très hautes tensions aux Etats-Unis. 2
TERMITES. — La cité des termites ; mœurs sociales du termite lucifuge, ses ravages, sa destruction . . . 408
TERRE. — Sur une représentation de la force d'inertie due à la rotation de la Terre 129
THÉORIES. — La structure des théories déductives. . . 628
THERMODYNAMIQUE. — L'œuvre scientifique de Sadi Carnot. Introduction à l'étude de la Thermodynamique 57
THERMOMÈTRE. — Repères thermométriques aux basses températures. 450
TRACTEUR. — Essais d'un tracteur moderne fonctionnant au gaz pauvre 94
TRANSMISSION. — Un système de transmission électrique de l'énergie à fréquence variable 67
TRAVAIL. — Les ressources du travail intellectuel en France 124
TRIPOLITAINE. — La valeur économique de la Tripolitaine. 197
TRITONS. — Etude expérimentale sur les différences sexuelles chez les Tritons. 489
TUBE. — Nouvelles applications du tube à gaz rare. . 634
TUNISIE. — Statistique générale de la Tunisie (année 1920). 627
TURBINES. — Turbines à vapeur. 346, 403

U

URÉE. — Sur la transformation de l'ammoniac en urée. 191

V

VACCINS. — Vaccins et sérums. 315
VAISSEAU. — La construction du vaisseau de guerre . 346
VAPEUR. — Sur l'emploi de la vapeur à haute pression 290
— Coal saving by modern methods of steam generation 689
VENT. — La variation de la vitesse du vent avec l'altitude. **76**
— La mesure de la vitesse du vent à haute altitude par les ballons pilotes. 161
VER LUISANT. — L'émission lumineuse du ver luisant . **677**
VERRES — Composition et analyse des verres de laboratoire. 224
— Influence des gaz occlus sur la conductibilité électrique du verre 570
VIE. — L'origine et l'évolution de la vie. 185
— Les colloïdes et la vie **358**
VITAMINE. — La teneur en vitamine de l'huile de foie de morue suivant son mode de préparation . . 602
VOUTE. — La voûte tarsienne transversale ; sa formation et son mécanisme 443

TABLE ALPHABÉTIQUE DES AUTEURS[1]

A

Abelous (J. E.), 320.
Aboulenc (J.), 29, 188.
Abraham (H.), 28, 159, 350, 351.
Abramesco, 530, 532.
Abrami (P.), 156.
Abrard (R.), 92, 492.
Achard (Ch.), 448.
Adam (N.K.), 600.
Adhémar (R. d'), 21, 66, 152, **239** à **241, 268** à **276,** 311, 379, 717.
Ainslie (D. S.), 600.
Albesco (G.), 350.
Alezais, 156.
Allemand-Martin (A.), 62.
Allievi (Lor.), 21.
Allix (A.), 92, 189.
Ameghino (Fl.), 86.
Andant (A.), 381, 412, 492.
Andoyer (H.), 158, 557.
Andrade (Y.), 221, 283, 317,381, 412, **163** à **171,** 492, 525.
André (E.), 192, 491, 720.
André (G.), 29, 532.
Andrimont (René d'), 123.
Angelesco (A.), 125, 661.
Angot (A.), 95.
Anthoine (Raym.), 122.
Anthony (R.), 23, 315.
Apert (Dr), 89, 315.
Arber (Mlle A.), 536.
Arbos (Ph.), 720.
Ardouin-Dumazet, 288.
Argaud (R.), 187, 285, 320.
Ariès (E.), 57, 284, 318.
Arloing (F.), 448, 566.
Armengué (M.), 159.
Armstrong (E. F.), 192, 632.
Arnaud (G.), 29.
Arnaud (R.), 534.
Aron (M.), 126, 190, 413.
Arsonval (A. d'), 411.
Arthus (Maurice), 229.
Ash (D. H.), 255, 416.
Athanasiu (Y.), 448, 491, 493, 530.
Aubel (E. van), 60, 96, 447.
Aubry (A.), 663.
Audubert (R.), 727.
Auger (P.), 533.
Auric, 61, 91, 125, 156.
Aynaud, 727.
Azam (A.), 532, 630.
Azambuja (d'), 60.
Azoulay (L.), 629.

B

Babonneix, 383.
Bachrach (Mlle E.), 156, 224, 252.
Bailey (K. C.), 531.
Bailey (P.), 352.
Baillaud (B.), 532.
Baillaud (J.), 447, 492, 531.
Bailly (O.), 494.
Bainbridge (W. S.), 560
Baire (R.), 252.
Bairstow (L.), 32.
Baldit (A.), 663.
Ballay (M.), 724.
Balls (W.L.), 536.
Baltiano (J.), 663.
Barbier (A.), 630.
Bardier (E.), 93, 534.
Barker (M.), 600.
Barlot (J.), 90.
Barrabé (L.) 725,
Barriol (A.), 310.
Barrois (Ch.), 661.
Barthélémy (H.), 662, 725.
Barthoux (J.), 532.
Bary (Paul),
Bateman (H.), 384.
Bathellier (J.), 565.
Battandier (J. A.), 597.
Battegay (M.), **502** à **517,** 538.
Battelli (F.), 224, 448.
Baud (P.), 317, 347.
Baudouin (M.), 158.
Baudry (Albert), 567.
Bauer (Edm.), 381.
Baury (A.), 156, 662.
Bayeux (R.), 284.
Bays (S.), 694.
Bazy (L.), 446.
Bazy (P.), 446.
Beauchamp (P. de), 27.
Beauverie (J.), 25, 314, 630.
Becquerel (Jean), 440.
Becquerel (Paul), **101** à **110,** 530.
Bedeau, 126, 492.
Bédos (P.), 157.
Beghin (H.), 151.
Béhague (P.), 350.
Béjot (A.), 563.
Belehradek (J.), 320.
Belin (Ed.), 189, 414.
Bellescize (de), 411.
Belot (Em.), 125, 284.
Benedicks (C.), 662.
Bengtsson (E.), 564.
Benoit (J.), 190, 249.
Bénon (R.), 692.
Benzon (R.), 532.
Berge, 598.
Berger (E.), 384, 411.
Berger (L.), 597, 694.
Berland (L.), 89.
Berloty, 283.
Bernard (H.), 412.
Bernard (Noël), 24.
Bernès, 566.
Bernstein (S.), 663.
Berthault (Pierre), 599.
Berthelot (Alb.), 351.
Berthelot (D.), 689.
Berthoud (A.), **390** à **400.**
Bertin (Ct A.), 184.
Berton (A. L.), 563.
Bertrand (Gast.), 60, 157, 349, 445, 491, 532, 564.
Bertrand (P.), 661, 663.
Besson (A.), 664.
Besson (L.), 92.
Betances (L. M.), 695.
Beyne (J.), 350.
Bezssonoff (N.), 598, 664.
Bidet, 536.
Bidou (G.), 382, 413.
Biernacki (M.), 447.
Bierry (H.), 253, 384, 413, 491, 598, 696.
Bigot (A.), 349.
Bigourdan (G.), 484, 726.
Bilimovitch (A.), 630.
Billon (Mlle H.), 445.
Binet (L.), 94, 128, 282, 448.
Binetti, 93.
Bishop (Mlle E.), 32.
Blaise (E. E.), 317, 412, 416.
Blanc (L.), 693.
Blanc (L. G.), 492, 531, 533.
Blanchard (M.), 630.
Blanchet (F.), 125.
Blaringhem (L.), 29, 251, 410, 530, 630.
Bloch (Eugène), 122, 153, 217, 347, 379, 411, 487, 658, 727.
Bloch (L.), 727.
Blondeau (J.), 410.
Blondel (A.), 447.
Blondel (Georges), 250.
Blum (L.), 61.
Bocage, 631.
Boel, 61.
Bœuf (F.), 566.
Bogitch (B.), 28.
Bohn (G.), 126.
Boiry (F.), 491.
Boisse de Black (Mlle Y.), 29, 157, 349.
Bompiani (E.), 221.
Bone (W. A.), 256.
Bonnet (Mlles), 447.
Bonnet (Eug.), 157.
Bonnet (H.), 192.
Bonnier, 663.
Booth (Harris), 346.
Boquet (A.), 224.
Bordas (F.), 411.
Bordas (Dr L.), 348.
Bordas (Léon), 718.
Bordet (F.), 253.
Borel (Em.), 28, 60, 158, 283, 284, 485.
Bormann (F.), 416, 632.
Bosselut (R.), 93.
Bossuet (R.), 127, 414.
Bouchet (L.), 694.
Bouchié de Belle (E.), 442.
Bouget (J.), 221, 446, 693.
Bouin (P.), 253, 413.
Boulanger (Ch.), 411.
Boulay (A.), 696.
Boulouch (R.), 60, 157, 724.
Bourdon (B.), 325.
Bourget (P.), 312.
Bourgoin (P.), 158.
Bourguignon (G.), 30, 222, 252, 411, 532.
Bourret (R.), 92, 156.
Boussu (R. J.), 447.
Boutan (L.), 563.
Boutaric (A.), 28, 91, 98, 125, 253, 278, 381, 439, 558, 661.
Bouthillon (Léon), 217.
Boutroux (Pierre), 277.
Bouty (E.), 663.
Bouveyron (A.), 494.
Bouvier (E. L.), 630.
Bouvrain (G.), 563.
Bowman (Isaiah), 528.
Brachet (A.), 219, 598.
Braecke (Mlle M.), 29, 598, 630, 695.
Bragg (Sir W. H.), 726.
Braly (Ad.), 284.
Bramwell (J. G.), 495.
Bratu (G.), 629.

1. Les noms imprimés en caractères gras sont ceux des auteurs des articles originaux. Les chiffres gras reportent à ces articles.

Bremer, 352.
Brémond (P.), 447.
Brenckmann (E.), 726.
Brenet (Mlle T.), 90.
Brepson (Mlle F.), 661.
Breton (M.), 351.
Bridel (M.), 29, 92, 598, 630, 664, 726.
Briggs (G. E.), 32, 600.
Brillouin (M.), 413, 694, 724.
Brioux (Ch.), 725.
Brives (A.), 598.
Brochet (A.), 629, 663, 725.
Brocq-Rousseu, 565.
Broglie (L. de), 60, 661, 662, 663, 726.
Broglie (Maur. de), 252, 382, 412, 726.
Browning (C. H.), 416.
Brownlie (D.), 689.
Bru (P.), 696.
Bruhat (G.), 252.
Brulé, 494.
Brun (P.), 188.
Brunet (Louis), 89, 124, 409.
Brunschvicg (Léon), 155.
Bruylants (P.), 288, 352, 631.
Bruyne (C. de), 564.
Brylinski (E.), 91.
Buffault, 95.
Bugnon (P.), 253, 317, 412, 447, 630, 693.
Buhl (A.), 19, 724.
Buisson (H.), 492.
Bull (L.), 284, 493.
Burkitt (M. C.), 488.
Burnet (E.), 156, 253, 663.
Burson (V.), 492.
Burton (E. F.), 32, 153.
Busquet (H.), 128, 696.

C

Cabannes (J.), 693.
Cabrera (B.), 414.
Cadoret, 95.
Cahen (A.), 125, 447.
Cain (John Cannell), 526.
Cambier (R.), 447.
Camichel (G.), 189, 662, 694.
Campbell (J. A.), 416.
Camus (J.), 383.
Camus (L.), 533, 534.
Cancatuzène (J.), 728.
Capstick (J. W.), 600.
Cardot (H.), 128, 156, 224, 252, 382, 533,
Caridroit (F.), 663, 694, 725.
Carleman (T.), 126, 187, 283, 412, 445, 494.
Carnot (Lazare), 524.
Carnot (P.), 255, 531, 534, 566.
Carnoy (Albert), 529.
Carpenter (H. C. H.), 32.
Carpentier (A.), 316.
Carré (H.), 92, 412, 532.
Carrère (L.), 564, 597.
Carslaw (H. S.), 657.
Cartan (E.), 156, 187, 221, 251, 316, 491, 717.
Carvallo (E.), 60, 90.
Castelnau (R.), 29.
Catalan (M. A.), 496.
Catoire (M.), 316.
Caucheniez, 565.
Caullery (Maurice), 26, 253.
Cave (Mlle B. M.), 32.
Cavel (L.), 187.
Cazaubon, 447.
Cazeneuve (P.), 313.
Cerighelli (R.), 350.
Cesaro (G.), 96.
Chabrié (C.), 386.
Chagny (E.), 125
Chaine (J.), 314.
Challéat (J.), 593.
Chamié (Mlle), 531.
Champy (Chr.), 92, 123, 157, 489.
Chancerel (Lucien), 25.
Chapas, 188.
Chappuis (J.), 28.
Charaux (C.), 664, 726.
Charcot (J. B.), 349, 693.
Charpy (G.), 350.
Charriou (A.), 28, 222, 661.
Chatelet (A.), 491.
Chatton (Ed.), 61, 90, 663, 694.
Chauchard (Mme A.), 62, 352.
Chauchard (A.), 62, 352.
Chaudron (G.), 189, 319, 693.
Chaudun (Mlle A.), 92.
Chauffard (A.), 160.
Chaumat (H.), 61, 91, 125, 158, 251, 283.
Chautard (J.), 720.
Chauveaud (Gust.), 58, 412.
Chauzit (Jean), 64.
Chavigny (P.), 660, 692, 723.
Chazy (J.), 317, 350.
Chemin (E.), 93, 532.
Chéneveau (G.), 222, 283.
Chevalier (Aug.), 284, 286, 489.
Chevallier (A.), 726.
Chévenard (P.), 63, 90, 597.
Chevrotier (J.), 285.
Chipart (H.), 62.
Chodat (R.), 87, 531.
Chofardet (P.), 381, 662.
Chokhate (J.), 563.
Chopard (L.), 528.
Chree (C.), 600.
Chrétien (H.), 283.
Christie (Slr W.), 661.
Ciamician (C.), 91.
Claude (G.), 91, 189.
Clavier, 447.
Clément, 381.
Clerc (A.), 696.
Clerget (Pierre), 4, 24, **111** à **120**, 131, **144** à **150**, 164, 197, 260, 357, 407, 420, 488, 667, 699.
Cluzet (J.), 598, 726.
Cohen (J.-B.), 416.
Cohendy, 285.
Collard (Aug.), 439.
Collet (Mlle P.), 158.
Collin (H.), 92.
Combes (R.), 61, 93, 564, 629.
Combier, 283.
Combiesco (D.), 448, 494, 631, 663, 728.
Conduché, 411.
Conrady (A. E), 494.
Conseil (E.), 222
Constantin, 661.
Corbière (L.), 284.
Corbin (P.), 29, 221.
Cordier (Cel F.), 346.
Cordier (Henri), 407.
Cornubert (R.), **198** à **204**, **433** à **438**, **471** à **483**.
Corput (Van der), 693.
Corroy (G.), 125, 317.
Costantin (J.), 382, 446, 692.
Coster (D.), 126.
Costy (P.), 595, 598, 695.
Cottenot (P.), 566.
Cotton (A.), 351.
Coulaud (E.), 696.
Coupin (H.), 223.
Courmont (P.), 60.
Cournot (J.), 126.
Courrier (R.), 62.
Courtines (M.), 158, 191.
Cousin (Mlle G.), 253.
Coutard (H.), 255.
Couturier (A.), 568.
Couturier (H.), 157, 222.
Cramer (W.), 568.
Cristol (P.), 252.
Crombez (R.), 96.
Crommelin (C. A.), 410, 694.
Crowther (J. A.), 256.
Croze (F.), 726.
Crump (L. M.), 632.
Cruveilhier (L.), 192.
Cuénot (L.), 26, 186, 560, 564, 565, 595, 723.
Cunningham (E.), 122.
Curie (Mlle Ir.), 530.
Curie (Maur.), 158, 630.
Curtis (W. E.), 495.
Cutler (D. W.), 632.
Czuber (Dr Emmanuel), 151.

D

Dalcq (A.), 288.
Dale (H. H.), 495.
Dalloni (M.), 598, 720.
Dalloz, 661.
Damaye (H.), 723.
Damiens (A.), 381, 412, 629, 727.
Dangeard (L.), 90, 253, 446, 726.
Dangeard (Pierre), 29, 125, 446, 447.
Daniel (L.), 61, 695.
Danjon (A.), 410, 412.
Danysz-Michel (Mme), 351, 448.
Darmois (E.), 125, 284, 493, **670** à **677**, **710** à **716**.
Datta (S.), 495.
Dauvillier (A.), 60, 156, 381, 412, 661, 662.
Davies (Mlle A. C.), 256.
Davy (N.), 496.
Davy de Virville (Ad.), 221, 630, 664.
Debray, 192.
Debré (R.) 192.
Decarrière (E.), 157, 221.
Dechambre (Paul), 287.
Décombe (L.), 693.
Deguide (C.), 317.
Dehorne (A.), 284, 350.
Déjardin (G.), 694.
Dejust (L. H.), 692.
Delaby (R.), 694, 726.
Delacroix (J.), 493.
Delafosse (Maurice), 59.
Delamarre de Monchaux, 288.
Delassus (Et.), 28.
Delaygue (A.), 252.
Delépine (G.), 725.
Delepine (M.), 350, 383, 725.
Delezenne (C.), 663.
Delphin (L.), 692.
Delphy (Jean), 27, 59, 88, 123, 219, 380, 414, 596, 723.
Deluard (H.), 92.
Demenge (Robert), 562.
Démolis (Ed.), 278.
Demolon (A.), 29, 445, 598.
Demoulin (A.), 96.
Demoussy (E.), 410, 531.
Denigès (G.) 222, 280, 627, 659.
Denizot (G.), 447.
Denis (Pierre), 86.
Denjoy (A.), 28, 90.
Denucé, 493.
Depéret (Ch.), 413, 414.
Dervin, 724.
Desaint, 661.
Descours-Desacres, 535.
Desgrez (A.), 413, 491, 598.
Deslandres (H.), 492, 597.
Desliens (L.), 664.
Desmarets (M.), 184, 218, 559, 594.
Devanesen (D. W.), 632.
Dévé (Cel), 283, **304** à **309**.
Dévé (F.), 494.
Diénert (Fr.), 94, 535, 565.
Dienes (P.), 317, 530.
Dijonneau (H.), 123.
Ditisheim (P.), 283
Dolejsek (V.), 156.
Donatien (A.), 92, 187.
Donder (Th. de), 349, 599, 600, 631.
Dondeyne (J.), 631.
Dony-Hénault (O.), 352.
Dopter (Dr), 282, 728.
Dorlencourt (H.), 384.
Dormoy (E.), 663.
Doubleday (Mlle J.), 416.
Doublet (E.), **326** à **330**, 624.
Douin (Ch.), 90.
Doumer (E.), 159.
Douvillé (H.), 187, 629.
Doyon (M.), 156, 446, 631.
Drach (J.), 222.

Dragoiu (J.), 92.
Drew (A. H.), 568.
Driencourt (L.), 634.
Drouin (H.), 189.
Drzewina (Mme A.), 126.
Duboc (Mlle T.), 532.
Dubois (Emm.), 694.
Dubois (G.), 92.
Dubois (R.), 564.
Duboucher (H.), 320.
Dubrisay (R.), 223, 662, 695.
Duchein (P.), 93.
Duchon (F.), 188.
Duclaux (J.), 28.
Dufflieux (M.), 492.
Duffour (A.), 491.
Dufour, 412.
Dufour (Ch.), 91.
Dufour (Marcel), 125, 155, 628.
Dufourt (A.), 448.
Dufraisse (Ch), 125, 127, 383, 414, 416, 492, 493, 696.
Dufrénoy (Jean), **81** à **83**, 443, 446.
Dumas (G.), 90.
Dumas (J.), 631,663, 728.
Dunoyer (L.), 254, 318, 413.
Du Pasquier (L. G.), 565.
Dupont (G.), 127.
Durand (J.), 221, 597.
Dussault (L.), 92,156, 187.
Dutheil (H.), 92.
Duval (M.),93, 382, 412, 532, 566,725.
Dye (D. W.), 496.

E

Eblé (L.), 597.
Effront (J.), 61, 664.
Ehringer (G.), 664.
Ehrmann (F.), 446.
Einstein (Alb.), 152, 311.
Elam (Mlle C.), 32.
Elles (Gertrude L.), 659.
Ellis (C. D.), 495.
Emanaud (M.), 717.
Emberger (L.), 61.
Ephrussi (B.), 494.
Esclangon (E.), 28, 252.
Etrillard (P.), 565.
Evans (H. M.), 632.
Ewing (Sir J. A), 384.
Eydoux (D.), 21.

F

Fabre (Henri), 724.
Fabre (Lucien), 56, 594.
Fabry (Ch.), 492, 594.
Faideau (F.), 692.
Faillebin, 90, 725.
Faillie (Robert), 279.
Fallot (P.), 531, 563.
Falque (A.), 128, 383.
Farid Boulad Bey, 530.
Fatou (P.), 317, 381, 693, 724.
Faucon, 287.
Fauré-Frémiet (E.), 31, 32, 93, 382, 412.
Favé (Louis), 531.
Feissly (R.), 696.
Fernbach (A.), 93.
Fernbach (E.), 222.
Ferrié (G. Général), 126.
Ferrier, 410.
Ferrouillat, 568.
Feuerbach (A.), 726.
Feytaud (Dr Jean), 408, 599.
Fichot (E.), 221, 725.
Fichtenholz (G.), 631.
Filon (L. N. G.), 495.
Fischer (H.), 693.
Fischer (R.), 494.
Fisher (R. A.), 160.
Flajolet (Ph.), 381.
Fleming (Al.), 495.
Fleury (P.), 693.
Florentin (D.), 694.
Fonzes-Diacon, 288, 567.
Forcrand (R. de), 248.
Forster (A.), 443.
Fosse (R.), 29, 61, 283.
Fossey (M. de), 565.
Fouassier (Marc), 94, 287.
Fourcade (M.), 320.
Fourneau (E.), 223, 533.
Fournier (E.), 91, 597, 724.
Fournier (G.), 599.
Fournier (L.), 382, 534.
Foveau, 158.
Fowler (R. H.), 384.
Fox (F. W.), 256, 600.
Fox (Ph.), 187.
Fraipont (Ch.), 122.
François (Louis), **37** à **47**, **165** à **174**.
François (M.), 492, 531, 533.
Fréchet (Maurice), 20, 84, 151, 214, 524, 557, 657.
Fredericq (L.), 631.
Fredholm (E. J.), 187, 283.
Freeth (F. A.), 496.
Fréjacques (M.), 157, 191, 447.
Fresenius (C. R.), 406.
Freundler, 349.
Friedel (G.), 28, 412, 414.
Frigon (Aug.), 381.
Fritsch (J.) 719.
Froidevaux (J.), 349.
Fromaget (J.), 187.
Froment-Guieysse (G.), 441.
Fron (G.), 87, 249.
Frontard, 158, 221, 252.
Frossard (H.-J.), 158.
Funke (G. L.), 693.

G

Gagnebin (Elie), **293** à **304**.
Gaillard (G.), 31.
Gain (Edmond), 26, 96, 255, 283, 288, 380, 413, 489, 536, 568, 599.
Galibourg, 158, 283.
Galippe (Dr V.), 248.
Galliot (Dr), 282, 315, 348, 444, 490, 660, 692.
Gambier (B.), 90, 158, 189, 252, 316, 413.
Gandillot (Maurice), 258.
Gard (M.), 662.
Gardner (J. A.), 256, 600.
Garrault (Mlle H.), 382, 412.
Garrelon (L.), 448, 628.
Garrigou-Lagrange (P.), 283.
Garvin (M.), 30, 493.
Gattefossé (J.), 312, 559.
Gattefossé (R. M.), 312.
Gaubert (P.), 316, 694.
Gaudefroy-Demombynes, 315.
Gault (H.), 221, 531, 563.
Gaumont (L.), 724.
Gaunt (R.), 416.
Gautier (R.), 255.
Gay (P.), 664.
Geffroy (J.), 403.
Geloso (M.), 414.
Genieys (P.), 320, 384.
Gentil (L.), 61, 125, 442.
Georgevitch (P.), 190.
Gerald (P.), 414, 493.
Gervais (Prosper), 567.
Gessard (C.), 351.
Gevrey (M.), 60, 126.
Gèze (J. B.), 64.
Giacobini, 662.
Giaja (J.), 285.
Gifford (J. W.), 192.
Gignoux (M.), 187, 531, 563.
Girard (Pierre), 32, 446, 448, 493, 494, 534.
Giraud (G), 251, 493.
Giraud (Mlle M.), 493.
Gire (G.), 445.
Glangeaud (Ph.), 156.
Glazebrook (Sir. R.), 496.
Gleditsch (Mlle E.), 221.
Gley (E.), 533, 534, **638** à **645**.
Glover (J.), 187.
Goblot (Ed.), 596.
Godchot (M.),157, 188.
Godeaux (L.), 96, 160, 288, 599, 631.
Goiffon (R.), 696.
Goldsbrough (G. R.), 536.
Gonzalez (P.), 159.
Gorce (P. de la), 188.
Gorceix (Ch.), 187, 446.
Goris (A.), 92, 187, 313, 598, 695.
Gosse, 413.
Gossot, (F.), 61, 214.
Got (Th.), 311, 346.
Goudey (R.), 662.
Goudie (William), 403.
Gouin (André), 64.
Goujon (A.), 490.
Gourdon (L.), 123.
Goursat (E.), 251, 284, 316, 688.
Gouy (G.), 28, 125, 158.
Goy (P.), 413.
Grace (S. F.), 600.
Gramont (A. de), 126, 724, 726.
Grandmougin (E.), 29, 91, 127, 188, 221, 317, 694.
Granel (F.), 532, 533.
Granger (A.), 447, 491.
Grasset (E.), 493.
Gravet (Fernand), 184.
Gravier (Ch. J.), 223, 413.
Gray (J.), 384.
Grebel (A.), 350.
Greilsammer (René), 94.
Grenet (H.), 189.
Grenet (L.), 350, 724.
Grigaut (A.), 160, 224.
Grignard (V.), 530.
Grimbert (L.), 690.
Grouiller (H.), 2.
Grumbach (A.), 160.
Gruvel (A.), 288, 349, 630, 659.
Grynfeltt (E.), 253.
Grysez (V.), 351.
Guebhard (A.), 283.
Guérin (P.), 157.
Guéry (F.), 414.
Gueylard (Mlle F.), 664.
Guiart (J.), 690.
Guichard (C.), 91, 126, 221, 349.
Guignard (L.), 725.
Guilbert (A.), 630.
Guilbert (G.), 222.
Guillaume (A. C.), 565, 662.
Guillaume (Ch. Ed.), 60, 246.
Guillaume (Edouard), **5** à **10**, 324, **573** à **582**.
Guillaume (J.), 28, 283, 410, 491.
Guillaume (L.), 221.
Guillaumin (G.), 317, 350, 410.
Guillaumin (A. J. A.), 597.
Guillemet (A.), 222.
Guillemet (R.), 563.
Guilleminot (H.), 220.
Guillet (A.), 415.
Guillet (L.), 126, 441, 724, 727.
Guilliermond (A.), 157, 189, 532, 563.
Guioth (J.), 189, 223.
Gulbransen (R.), 416.
Guldberg (Alfr.), 564, 661, 724.
Guntz (A. A.), 223, 381.
Gutton (C.), 252.
Guye (C. E.), 126, 156.
Guye (Ph. A.), 252.
Guyénot (E.), 320.

H

Haag (J.), 21, 85, 152, 525, 726.
Hackspill (Louis), 558.
Haguenau (J.), 383.
Haldane (Lord), 485.
Hall (J. G.,) 313.
Haller (A.), 222, 252, 349.
Hamel (G.), 93, 725,
Hamy (M.), 126, 221, 252, 630, 726.
Hansson (H.), 629.
Hardy (G. H.), 494.
Hardy (W. B.), 416.
Harle (H.), 192.
Harrington-Hudson (R.-J.), 624.
Harris (D. T.), 416.

Harrison (D. N.), 632.
Hartley (H.), 256.
Hartridge (H.), 568.
Harvier (P.), 696.
Havelock (T. H.), 384, 536.
Heald (C. B.), 256.
Helbronner (A.), 382.
Hemptinne (A. de), 96, 352.
Hemsalech (G. A.), 126.
Henneguy, 251.
Henri (V.), 222, 564.
Henriot (E.), 96.
Henry (P.), 125, 410.
Hérelle (F. d'), 192.
Hérissey (H.), 29, 725.
Hermet (P.), 631.
Hervé de Pommereau, 189.
Hesse (E.), 29, 62, 126.
Hewitt (J. A.), 160, 495.
Hickel, 286.
Hieulle (A.), 61, 283.
Hilditch (T. P.), 192, 632.
Hill (L.), 255, 416.
Hill (V.), 495.
Hins (C. H.), 450.
Hinshelwood (C. N.), 256, 632.
Hjalmar (E.), 693.
Hjort (J.), 568.
Hodgson (T. R.), 658.
Hogben (L. T.), 384, 536.
Hollande (Ch.), 695.
Holst (G.), 629.
Holweck, 190, 254.
Hommell (R.), 286.
Horst (Mlle H. van der), 126.
Houlbert (C.), 92, 190, 407.
Hovasse (R.), 62, 446.
Hovelaque (Émile), 24.
Howe (H. M.), 441.
Hubert (H.), 60.
Hubert-Desprez, 28.
Hulthen (E.), 564.
Humbert (P.), 90.
Husson (A.), 531.
Hutinel (J.), 156.
Huxley (J. S.), 384.

I

Imbart de la Tour, 287.
Isch-Wall, 631.

J

Jacob (Ch.), 29, 91, 125, 157, 188, 221.
Jacques (R.), 125.
Jacquinot (O.), 657.
Jacquot (R.), 663.
Jaloustre (L.), 91, 320, 725.
Jammy (E.), 346.
Jancou (A.), 351.
Janet (M.), 156, 283.
Janet (Paul), 491.
Janzen (J. W.), 696.
Jarry-Desloges (R.), 447.
Jasse (Mlle O.), 410.
Jauch (L.), 487.
Jeannel (R.), 126, 187.
Jeffery (G. B.), 495.
Jenkins (J. Travis), 218.
Jequier (R.), 408.
Jessop (T.), 495.
Jimenez (J.), 29.
Job (A.), 153, 381.
Job (P.), 188, 253.
Joessel, 661.
Joleaud (L.), 29, 58, 87, 91, 122, 125, 154, 218, 248, 280, **336** à **345**, 348, **364** à **377**, 389, 443, 489, 529, 559, 627, 659, 692, 699, **700** à **709**.
Jolibois (P.), 127, 414.
Joly (H.), 92, 223, 317, 411, 695.
Jones (J. E.), 416.
Jonesco (St.), 414, 629, 693.
Jordan (Camille), 92.
Jouaust (R.), 61, 491, 724.
Joubin (L.), 695.
Jouguet (E.), 183.
Juge-Boirard (G.), 189.
Julia (G.), 126, 158, 189, 222.
Jumelle (H.), 157, 187, 253, 446.
Juvet (G.), 593.

K

Kanthack (R.), 86.
Kapteyn (J. C.), 661.
Karpen (V.), 445, 491.
Kellaway (C. H.), 495.
Képinow (L.), 128, 351, 533, 534.
Kerforne (F.), 446.
Kergomard (Mlle Th.), 565.
Khouvine-Delaunay (Y.), 631.
Kidd (F.), 32.
Kilian (C.), 664.
Kilian (W.), 60, 661.
Kirchberger (P.), 689.
Kling (A.), 91, 625, 694.
Klingstedt (F. W.), 222, 563, 724.
Koehler (R.), 87.
Kofman (Th.), 598.
Kofoïd (Charles-Atwood), 380.
Kohler (Mlle D.), 564, 629.
Kohn-Abrest, 284.
Kollmann (M.), 31, 93.
Kopaczewski (W.), 126, 284, **358** à **364**, **610** à **619**.
Koskowski (W.), 93, 255, 284, 448, 566.
Krogh (A.), 224.
Kugelmass (I. N.), 533.

L

La Baume-Pluvinel (A. de), 158.
Labbé (A.), 318, 350, 664, 694.
Labbé (H.), 383.
Labbé (M.), 383, 534, 696.
Labussière, 189.
Lacapère (G.), 348.
Lacoste (J.), 661.
Lacroix (A.), 253.
Ladreyt (F.), 350.
Lafon (P.), 694.
Lafosse (Henry), 287.
Lagotala (H.), 317.
Lagrange (R.), 28, 158, 189.
Lagrula (J. Ph.), 28.
Lalande (André), 596.
Lallemand (Ch.), 90, 125, 251, 562.
Lamb (C. G.), 600.
Lambert (P.), 492, 530.
Lambling (E.), 691.
Lameere (Aug.), 496.
Lamotte (Marcel), 524.
Lamouche (A.), **454** à **462**.
Landrieu (P.), 415.
Lang (E. D.), 32.
Lange (A.), 183, 218, 406.
Langeron (L.), 566.
Langeron (Dr M.), 249.
Langevin (P.), 30, 127.
Langlois (J. P.), 124, 383.
Lanquine (A.), 283.
Lantz (R.), 492, 533.
Lanzenberg (A.), 128, 351.
Lapicque (Mme L.), 31, 192, 565.
Lapicque (L.), 31, 224, 285, 412, 534, 565.
Laplace (P. S.), 214.
Larbaud (Mlle Marg.), 413.
Lassieur (Mme A.), 91.
Lassieur (A.), 91.
Laugier (H.), 128, 224, 382, 533.
Launay (L. de), 57, 527.
Launoy (L.), 128, 383.
Laupin (F.), 60.
Laurent (J.), 59.
Laux (N.), 92.
Lavallée (P.), 288.
La Vaulx (R. de), 132, 197, 282, **330** à **336**, 446.
Lavedan (J.), 255, 494.
Laveran (A.), 381.
Lavialle (P.), 493.
Lebailly (Ch.), 413.
Lebeau (P.), 127, 530.
Le Ber (Mme A. G.), 725.
Lebesgue (H.), 410.
Lebeuf (A.), 624.
Leblanc (Maur.), 412, 413, 492, 530.
Lécaillon (A.), 62, 252, 410, 446.
Lecarme (J.), 410.
Lecat (Maur.), 19, 221.
Le Chatelier (Alfred), 64, 95.
Le Chatelier (H.), 251, 412.
Lecointre, 726.
Lecomte (H.), 597.
Lecomte du Nouy (F.), 350.
Lecomte du Nouy (P.), 253.
Lecornu (L.), 126, 311.
Le Danois (Éd.), 630, 726.
Ledebt (Mlle S.), 663.
Leduc (A.), 666.
Lees (C. H.), 160, 600.
Lefrou (G.), 630.
Le Gavrian (P.), 484.
Legendre (J.), 631.
Legendre (R.), 160, 663.
Léger (L.), 26, 62, 126, 695.
Léger (M.), 156, 662.
Le Grand (A.), 383.
Legroux (R.), 29.
Lehmann (O.), 447.
Lelieuvre (Maur.), 85.
Lemay (P.), 91, 320, 725.
Lémeray (M. E.), 85, 491, 531.
Le Moal, 188, 287.
Lemoine (G.), 694.
Lemoine (P.), 92, 218, 661.
Le Morvan 90, 189, 445, 629.
Le Moult (Léopold), 567.
Lenoir (M.), 413, 695.
Le Noir, 565.
Lepape (Ad.), 253.
Leplat (G.), 288.
Leriche (M.), 91.
Léris (Pierre), 124.
Leroide, 191.
Le Roux (J.), 28, 252, 663.
Le Roux (M.), 722.
Leroy (A. Max), 567.
Lesage (P.), 62, 221, 447, 695.
Lespieau (R.), 29.
Lesur (Léon), 278.
Levaditi (C.), 90, 93, 94, 222, 224, 252, 320, 382, 383, 414, 448, 534, 565, 696.
Lévina (L.), 384.
Lévy (Max M.), 728.
Lévy (P.), 251, 445, 693.
Lévy (Mlle), 728.
Lewis (S. J.), 255.
L'hermitte (J.), 224.
L'Hoest (Louis), 24.
Lhomme (Jacques), 287, 447.
Liacre (A.), 224.
Libert (E.), 255.
Lichtenstein (J.), 29.
Liévin (O.), 251.
Lindeberg (J. W.), 410.
Lindet (L.), 535, 664.
Lindh (A.), 447.
Lindsay, 492.
Ling (A. R.), 32.
Liot (A.), 187.
Liouville (R.), 61, 214.
Lipmann (Dr J.), 535.
Lipschutz (A.), 416, 494, 632.
Li-Shou-Houa, 493.
Lloyd (D. J.), 160.
Locard (Dr Edmond), **421** à **433**.
Lock (C. N. H.), 384.
Locquin (R.), 410, 412, 445, 491.
Loeper (M.), 192, 566, 696.
Loisel (P.), 29, 693, 725.
Lonay (H.), 352.
Long (A. K.), 23.
Longchambon (H.), 414.
Longchambon (L.), 492.
Lopez-Lomba (J.), 728.
Loria (Gino), 277.
Lormand (Ch.), 64.
Lory (P.), 411.
Lowett (E. O.), 316.
Lumière (Aug.), 61, 157, 222, 285.

Lumière (L.), 316.
Luquet (A.), 696.
Lurquin (C.), 661.
Lusin (N.), 563.
Lwoff (A.), 61, 663, 69.

M

Macaliester (R. A. S.), 691.
Mac Aulay (A.), 494.
Mackall (C. M.), 416.
Mackenzie (Sir James), 444.
Mac Lennan (J. C.), 600.
Mac Leod (A.), 688.
Mac Mahon (P. A.), 160.
Mac Mahon (W. P. D.), 160.
Mac Millan (W. D.), 724.
Madinhac (Mme de), 724.
Maggini (M.), 662.
Magitot (A.), 255.
Magrou (J.), 443.
Maheu (J.), 316.
Maignon (F.), 128, 187, 190.
Mailhe (Alph.), 157, 251, 348.
Maillard (Louis), 245.
Maire (R.), 532.
Maisonneuve (Dr), 535.
Majorana (Quirino), **70** à **75**.
Males (B.), 285.
Malfitano (G.), 316.
Mallemann (R. de), 492, 531.
Mandrot (B. de), 630.
Mangenot (G.), 157, 189.
Mangin (L.), 94, 287, 563.
Manouélian (Y.), 316, 662.
Manson (Sir Patrick), 349.
Maquenne (L.), 350, 379, 410, 531.
Marage, 92, 662.
Marcelin (A.), 533.
Marchadier (A. L.), 490.
Marchal (Mlle G.), 382, 531, 566, 696.
Marchal (Paul), 64, 287, 316.
Marchand (Henri), 3, 35, 130, 227, 290, 356, 389, 418, 452, 501, 602, 635, **677** à **680**, 698.
Margoulis (W.), 347, 378, 445.
Marguet (F.), 129.
Marie (A.), 62.
Mariller (C.), 629.
Marinesco (G.), **604** à **610**, 726.
Martens (P.), 496.
Martin (J. B.), 568.
Martinet (Jh.), 527, 572.
Martin-Zédé, 62.
Martonne (Emm. de), 29, 90.
Mascart (J.), 252, 630.
Mascré, 695.
Massé (Alfred), 95, 598.
Mathias (E.), 24, 410, **552** à **556**, 694.
Mathias (P.), 630.
Matignon (C.), 157, 191, 285, 319, 382, 447.
Mauny (Ch. Fr. de), 95.
Maurain (Ch.), **76** à **80**, 724.
Mawas (J.), 252, 284.
Mayes (Ch.), 160.
Mayet (L.), 349.
Mazé (P.), 725.
Meidell (B.), 663.
Mélant (A.), 631.
Melon (J.), 496.
Ménager (Mlle), 349.
Mendes Corréa (A. A.), 153, 156.
Mengel (O.), 530.
Menges (Ch.), 629, 693.
Mentré (P.), 694.
Mercanton (P. L.), 316, 411.
Mercier (L.), 29, 157, 188, 317, 564.
Merlin (E.), 412, 564, 661.
Merton (T. R.), 632.
Mesnil (F.), 253.
Mesny (R.), 661.
Mestrezat (W.), 255, 446, 493, 494, 534.
Metalnikow (J.), 533.
Metalnikow (S.), 92, 160, 448, 494, 663.
Meunier (G.), 157.
Meunier (Stanislas), 559.
Michaïlesco, 725.
Michaud (F.), 222, 350.
Michel (A.), 29.
Michel (P.), 414.
Mie (G.), 378.
Miège (E.), 566, 567, 599.
Mignonac (G.), 191, 192.
Migot (A.), 320.
Millot (J.), 448, 494.
Millot (Stan.), 252.
Milne (E. A.), 632.
Milon (V.), 725.
Milon (Y.), 90, 253.
Mineur (H.), 445, 563.
Miramond de Laroquette, 188.
Mirande (M.), 563, 564, 597, 629, 661.
Mittag-Leffler (G.), 222, 316.
Mitzakis (Marcel), 627.
Moch (Gaston), 56, 689.
Moinson (L.), 62.
Mokragnatz (M.), 491, 564.
Molliard (M.), 248, 251, 533, 664.
Monaco (Albert de), 447.
Mondain Monval (P.), 283, 492.
Monnet (P.), 157.
Monod (O.), 494.
Monod (Théodore), **10** à **18**, 69, 88, 100, 154, 164, 189, 229, 281, 292, 325, 409, 419, 453, 529, 541, 572, 660, 723.
Montagne (Mlle), 317, 412.
Montané (J.), 598.
Montel (P.), 61, 91, 251, 349, 597.
Montoriol (E.), 217.
Moog (R.), 285.
Moore (Ch.), 563.
Moraz (V.), 446, 494, 534.
Moreau (Mme E.), 284.
Moreau (E.), 284.
Moreau (L.), 286.
Morel (A.), 313.
Moret (L.), 62, 156.
Moreux (Th.), 188, 252, 439, 557.
Morsier (G. de), 224.
Mottet, 288
Mottram (J. C.), 568.
Mouret (G.), 187.
Moureu (Ch.), 125, 127, 153, 253, 383, 416, 492, 530, 696.
Mourgeon (A.), 383.
Mouriquand (G.), 414.
Moussu, 566.
Muguet, 91.
Muller (A.), 662.
Murgoci (G.), 563, 564.
Murray (F. H.), 410.
Muttelet (C. F.), 92.
Myller (A.), 283, 694.
Myrberg (P. J.), 410, 661, 663.

N

Nachtergal (A.), 121.
Nageotte (J.), 494, 534, 565.
Nangi (D. R.), 32.
Nattan-Larrier (Mme M.), 192.
Navarro Martin (A.), 252, 285, 382.
Navez (A.), 496.
Nègre (L.), 224, 285, 728.
Négris (Ph.), 62, 156.
Nemec (A.), 188.
Nepveux (F.), 534, 696.
Nepveux (P.), 383.
Neuberg (J.), 96.
Nevanlinna (F.), 661.
Nevanlinna (R.), 381.
Neveux (V.), 183, 718.
Nicholson (J. W.), 160, 384.
Nicloux (M.), 60, 445.
Nicolardot (P.), 224.
Nicolas (E.), 30, 93.
Nicolas (E. G.), 664.
Nicolas (G.), 316, 447.
Nicolau (S.), 93, 94, 222, 224, 383, 414, 448, 565, 696, 728.
Nicolle (Ch.), 222.
Nicolle (M.), 443.
Nobécourt (P.), 446.
Nodon (A.), 284, 724.
Noël (R.), 187.
Noether (Max), 189.
Nordmann (Ch.), 56, 90, 189, 445, 629.
Norlund (N. E.), 252, 316.
Normand (G.), 253, 320.
Nottin (P.), 189.
Nuttall (G. H. F.), 224.
Nuyens (M.), 600.

O

Obaton (F.), 447, 664.
Oberthur (Ch.), 92, 190.
Ocagne (M. d'), 91, 125, 126, **230** à **239**, 445, **620** à **623**, 629, 662.
Oehmichen (Étienne), 22.
Oliveira (de), 534.
Olivier (E.), 534.
Olmer, 724.
Olombel (M.), 384.
Onnes (J. K.), 126, 694.
Onnes (H. K.), 410.
Oosterhuis (E.), 629.
Oppermann (A.), 84.
Orcel (J.), 532.
Orékhoff, 694, 728.
Osborn (Henry Fairfield), 185.
Ottow (B.), 416.
Owens (J. S.), 495.
Oxley (A. E.), 495.
Ozorio de Almeida (M.), 224.

P

Pachon (V.), 565.
Pacotte (J.), 216.
Pagézy (Eug.), 381
Pagniez (Ph.), 534, 728.
Paillot, 95, 599.
Painlevé (P.), 317.
Palfray, 349, 415.
Panisset (L.), 93, 414, 446, 493, 533.
Parenty (H.), 28.
Parès (L.) 493.
Paris (E. T.), 600.
Paris (P.), 154.
Pascal (P.), 157, 218, 445, 663, 724.
Pasteur Vallery-Radot, 383.
Pastureau, 412.
Patouillard (N.), 563.
Paucot (R.), 290.
Paychère, 384.
Payenneville, (J.), 494.
Pearson (A. R.), 256.
Pécheux (Hector), 406.
Pelabon (H.), 60, 127.
Pellegrin (François), 184.
Pellegrin (Cl F. L. L.), 186.
Pellegrin (J.), 252.
Pelleray (E.), 441.
Pelosse (J.), 382, 413.
Pérard (A.), 63, 158.
Pereira de Souza, 661, 664.
Perez (J. R.), 534.
Perkins (H. A.), 563.
Perot (A.), 92, 252, 318, 693.
Perrier (A.), 630.
Perrier (G.), 158, 188, 216.
Perrin (F.), 533.
Perrot (Emile), 442.
Perucca (E.), 597.
Peters (R. A.), 568.
Petit (Alb.), 61, 284, 382.
Petit (H.), 535, 567.
Petiteau (C.), 565.
Petitpas (J.), 158
Petronievics (Branislav), 34, **401** à **402**.
Petrovitch (M.), 20.
Pettit (A.), 529.
Peyron, 156.
Pézard (A.), 413, 53 , 663, 694, 725.
Pezzi (C.), 696.
Pfender (Mlle J.), 29.
Philippson (M.), 352, 631.
Phisalix (Mme M.), 694.
Picado (C.), 351, 631.
Picard (Em.), 531.
Picart (L.), 693.

Pichard (G.), 157.
Pickering (J. W.), 495.
Picon (M.), 530, 661.
Pictet (A.), 316, 445.
Pidduck (J. B.), 384.
Piéron (H.), 350, 352.
Piettre (M.), 159.
Pigal (H.), 182.
Pinard (A.), 661.
Planiol (A.), 189, 251.
Planiol (R.), 28, 350, 351.
Plantefol (L.), 90.
Plotz (H.), 350.
Poincet, 403.
Poirée (J.), 245.
Poisson (R.), 221, 317, 565.
Poivilliers, 662.
Policard (A.), 189, 353, 382, 529, 598, 631, 662.
Polonovski (Max), 533.
Polonovski (Michel), 533.
Poma (G.), 352.
Pommereau (H. de), 491.
Ponder (E.), 160.
Ponse, 411.
Ponse (K.), 320.
Popesco (J. G.), 492, 531.
Popoff (K.), 221, 533.
Portevin (A.), 447, 694.
Portier (P.), 93, 382, 472, 532, **542** à **544**, 566, 725, 728.
Potin (L.), 22, 217, 311, 441, 485, 528, 593, 625, 658, 689.
Poucholle (A.), 188.
Pozerski (E.), 728.
Predhumeau, 382.
Prenant (A.), 220, 250, 322.
Prenant (Marcel), 595, 664.
Prévost (G.), 189.
Procopiu (St.), 317, 530.
Prudhomme (M.), 223.
Prunier (L.), 407.
Pruvost (P.), 599.
Pruvot (Mme A.), 190.
Purdy (A. C.), 530.
Purvis (J. E.), 658.
Puyal, 223.
Puymaly (A. de), 223.

R

Rabaté (E.), 287.
Riabouchinski (D.), 564.
Radovici (A.), 30.
Raman (C. V.), 32, 160, 256.
Ramart-Lucas (Mme), 222, 349, 350.
Ranque (G.), 30.
Ranvier (L.), 251.
Rateau (A.), 412, 413, 445.
Rathery (F.), 253, 384, 491, 534, 598.
Ravaz (L.), 29.
Raveau (C.), 630, 694.
Ravina (A.), 534, 728.
Ray (B.), 32.
Ray (R. C.), 632.
Raybaud, 286.
Rayleigh (Lord), 192, 600.
Reboul (G.), 351, 411, 727.
Recoura (A.), 411, 447.
Regaud (Cl.), 320, 383, 384, 562, 566.
Regelsperger (G.), 59, 98, 133, 185, 250, 292, 379, 407, 441, 637, 669.
Reich (J.), 381.
Remaur (Jean), 24.
Rémoundos (G. J.), 158, 252, 412.
Removille (M.), 29.
Rémy, 411.
Reverchon (Léopold), 526.
Rey (Dr E.), 64.
Roy (J.), 125, 565, 629.
Riabouchinski (D.), 92, 349.
Richard (J.), 85, 182, 194, 245, 403, 484, 690, 718.
Richard (P. J.), 310.
Richardson (O. W.), 347.
Richaud (A.), 93, 128.
Richet (Ch.), 28, 156, 252, 282, 725.
Richet (Ch. fils), 282, 534, 565.
Ricome (H.), 251.
Ridewood (W. G.), 536.
Rietz (T.), 31.
Rigotard (Marcel), 59, 560, 627.
Ringelmann (M.), 94.
Rinjard (P.), 30.
Riou (P.), 283, 411.
Riquier, 410, 412, 413.
Rivière (J.), 157, 381.
Roaf (H. E.), 536.
Rochaix (A.), 60, 598.
Roger (E.), 725.
Roger (H.), 4, 128, 448.
Rolet (Antonin), **209** à **213**, 541.
Rolland (P. Le), 526.
Roman (F.), 725.
Romieu (M.), 94, 384, 447, 564.
Rosenblatt (Mme M.), 157.
Ross (J. H.), 316.
Roubaud (E.), 253, 355.
Rouch (J.), 162.
Rouche (H.), 96.
Rouelle (J.), 718.
Rouge (E.), 531.
Rougier (Louis), 526, 628.
Roule (L.), 30, 188, 350, 722, 726.
Roussel (J.), 246.
Rousselot, 62.
Roussilhe (H.), 251, 694.
Roussy (B.), 92.
Roussy (G.), 383.
Rouvière (H.), 534.
Roy (Louis), 182, 349, 411.
Royer (L.), 28, 317, 412, 414.
Rudolfs (W.), 382.
Rüdy (R.), 126.
Rueff (Jacques), **615** à **656**, **680** à **687**, 724.
Rullier (G.), 222.
Russo (P.), 92, 317, 565.
Ruymbeke (Van), 629.
Ryziger (F.), 283.

S

Sacerdote (P.), 530.
Sagnac (G.), 61, 126, 491.
Sagnier (Henry), 287, 535,
Saillard (E.), 156.
Sainte-Claire-Deville (Em.), 184.
Sajevic (V.), 61.
Sakellarion (N.), 563.
Salet (P.), 91, 726.
Salles (E.), 61.
Saloz (C.), 160.
Salmoiraghi (Angelo), 215.
Salomon (T.), 221, 531.
Samdahl (B.), 221.
Samec, 60.
Sanchez y Sanchez (Manuel), 88.
Sandon (H.), 632.
Sandulesco, 533.
Sanfourche (A.), 559, 565.
Santenoise (D.), 448.
Saragea (T.), 159, 566.
Sarantopoulos (S.), 187, 381, 724.
Sarkar (B. B.), 416.
Sartory (A.), 62, 528.
Sauger (Maurice), 57, 162, 283, 486.
Sauvage (E.), 718.
Sauvageau (C.), 222.
Savornin (J.), 62, 188.
Sazerac (R.), 90, 320, 383.
Schaffers (V.), 725.
Schaumasse (A.), 381, 662, 726.
Schearer (C.), 384.
Schein, 92.
Schereschewsky (Ph.), 125.
Schlumberger (C.), 157.
Schlumberger (M.), 157.
Schmidt (J.), 384.
Schoen (M.), 93.
Schoep (A.), 61, 188, 251, 349.
Schoneboom (C. G.), 632.
Schonland (B. J), 256, 600.
Schoop (A.), 284.
Schribaux, 255, 286, 288.
Schwartz (A.), 382, 534.
Schwarz, 60.
Séguier (de), 662.
Séguin (A.), 317.
Seigle, 597, 629, 719.
Sellerio (A.), 28, 662.
Semichon (L.), 317, 536.
Senderens (J. B.), 29, 188, 726.
Sergent (Edm.), 187.
Serre (L.), 287.
Servais (C.), 96, 160, 288, 352, 496.
Seyewetz, 125.
Shaw (P. E.), 496.
Shearer (C.), 568.
Sherrington (C. S.), 160.
Siegbahn (M.), 28, 221.
Sierpinski (W.), 563, 693.
Silvestri (F.), 224.
Simon (L. J.), 445, 492, 597, 630, 663, 693, 724.
Simon (Pol), 484.
Sinkinson (E.), 256.
Sirks (M. J.), 594.
Slonimski (P.), 128.
Smith (F. E.), 536.
Sokoloff (Boris), 728.
Solomon (I.), 534, 728.
Solovine (Maurice), 121.
Solvay (Ernest), 410.
Sommelet (M.), 189, 223, 726, 728.
Soreau (R.), **518** à **523**, 629, 724.
Sorre (M.), 407.
Souèges (R.), 284, 317, 598, 661, 693.
Souffland (Mme G.), 248.
Soula (L. C.), 320.
Sourisseau, 288.
Southwell (R. V.), 494.
Souza (D. H.), 160.
Souza (G. de), 159.
Sparre (M. de), 532.
Spearman (C.), 536.
Staehling (Ch.), 60.
Stassens (A.), 288.
Stefanesco (S.), 93, 316, 664.
Stefanopoulo (G. J.), 285.
Steiner (P.), 564, 693, 726.
Stephenson (Mlles M.), 256.
Stern (L.), 255, 448.
Stevens (F. L.), 313.
Stillmunkès (A.), 93, 534.
Stockings (W. E.), 256.
Stoïlov, 222.
Stoklasa (J.), 284, 349, 567, 695.
Stokvis (L. G.), 410.
Stoquer, 94.
Stormer (C.), 411.
Straelen (V. van), 695.
Stroobant (P.), 96.
Strzyzowski (C.), 159.
Stuart-Menteath (P. W.), 726.
Stumper (R.), 62, 156, 448.
Sudria (J.), 349, 412.
Sutherland (G. A.), 160.
Swarts (F.), 96, 631.
Swezy (Olive), 380.
Szilard (B.), 413, 445.

T

Taffin, 28, 61, 91.
Tamm (R.), 632.
Tanret (G.), 222, 285.
Tarazona (I.), 283.
Tassy (Edme), 124.
Taylor (G. I.), 32, 536, 632.
Teilhard, 695.
Termier (P.), 29, 694.
Terroine (E. F.), 410, 530, 598, 662, 726.
Théry (Edmond), 64.
Thévenot (L.), 448.
Thibaudeau (J.), 123.
Thiébaut (M.), 564.
Thiéry (P.), 349, 447.
Thiry (R.), 153, **205** à **209**, 225, 312, 406.
Thomas (A.), 593.
Thomas (J.), 93.
Thomas (V.), 157.
Thompson (W. R.), 317, 410, 414, 448.

Thomson (Sir J. J.), 379.
Thorpe (Jocelyn Field), 526.
Thoulet (J.), 188, 284, 349.
Thuillant (R.), 448.
Tian (A.), 411.
Tiffeneau (M.), 531, **544** à **552**, **583** à **592**, 694, 728.
Tillieux (J.), 441.
Timmermans (J.), 126.
Tits (D.), 599.
Topley (B.), 256.
Toporescu (E.), 251, 531.
Toulon (P.), 413.
Touplain, 411.
Toutée (Gal), 64.
Trabut (Dr), 94.
Treadwell (A. Louis), 409.
Trias (A.), 384.
Trillat (A.), 532.
Tritchkovitch (Mlle J.), 253, 382.
Trouessart (E. L.), 280.
Trousset (J.), 317.
Truelle, 599.
Truffaut (G.), 598.
Tucker (W. S.), 256.
Turchini (J.), 192, 627.
Tutton (A. E. H.), 496.
Tzanck (A.), 128.
Tzitzéica (G.), 91.

U

Ubach (J.), 222.
Urbain (A.), 93, 565.
Urbain (G.), 247, 381, 411.
Urbain (P.), 381.
Urysohn (P.), 564, 597.

V

Vagliano (M.), 320, 414.
Valentin (J.), 724.
Valiron (G.), 19, 86, 284, 412, 688.
Vallée (H.), 92, 532.
Vallery-Radot (P.), 128, 348.
Vallois (Henri V.), 155, 444.
Vallon (H.), 412.
Valtis (J.), 696.
Vandel (A.), 281, 446.
Vaney (Cl.), 382.
Varan (H. P.), 192.
Varigny (H. de), 89.
Varopoulos (Th.), 90, 125, 381, 564.
Vauclin (L.), 23.
Vaudremer (A.), 31.
Vaulx (R. de la), **174** à **181**, 490.
Vavon (G.), 531, 563.
Veil (Mlle S.), 125, **134** à **140**.
Velu (H.), 288, 599.
Vergé (G.), 29.
Verge (J.), 414, 446, 493, 533.
Vermeylen (G.), 253, 320.
Vernadsky (J. W.), 563, 564.
Verne (J.), 696.
Verneau (Dr), **261** à **267**.
Vernet (G.), 662.
Vernon (H. M.), 255.
Verschaffelt (J. E.), 96.
Vessiot (E.), 277, 283, 316.
Viala (J.), 662.
Vidal (Dr), 568.
Vidal de la Blache (P.), 488.
Vieille (P.), 215.
Viennot (P.), 29, 61, 726.
Vignat, 125.
Vignes (H.), 631.
Vila (A.), 316, 662.
Vilcoq, 64.
Villat (Henri), 152, 189, 564.
Villate (Capitaine), 186.
Villedieu (G.), 190.
Villedieu (Mme G.), 190.
Villem (V.), 96.
Villemin (F.), 154.
Villey (J.), **48** à **55**, 60, 158, 191, 526.
Vilmorin (Jacques de), 286, 447, 599.
Vincent (H.), 383.
Vinet (E.), 286.
Violle (P.-L.), 32.
Vischniac (Ch.), 696.
Vlès (F.), 631, 728.
Vogüé (Marquis L.-de), 95.
Voicu (J.), 532.
Vournazos (A. Ch.), 492.
Vuillaume (M.), 381, 661.
Vuillemin (P.), 283, 317, 493, 528, 563, 629, 693.

W

Wagner (C.), 416, 632.
Waguet (Pierre), 280.
Wahl (A.), 253, 320, 492, 533.
Walker (E. W. A.), 256.
Walter (G.), 60.
Warcollier, 188, 287.
Weber (A.), 446, 664.
Wehrlé (Ph.), 125.
Weil (P. Emile), 631.
Weill (E.), 448.
Weiss (H.), 125, 410.
Weissmann (Ch.), 494.
Weitz (R.), 696.
Welter (G.), 445.
Wertheimer (E.), 187.
West (C.), 32.
Weyl (H.), 404.
Whetham (M.), 256.
White (F. P.), 160.
Widal (F.), 156.
Wilkosz (W.), 156.
Williams (Kenneth P.), 378.
Willotte (H.), 311.
Wilmott (A. J.), 32.
Wilson (E.), 600.
Winogradski (S.), 532.
Winton (F. R.), 536.
Wintrebert (P.), 448, 531, 564, 597, 630.
Witz (Aimé), 57, 121, 346, 404, 559, 689.
Wolfers (F.), **141** à **144**.
Wolff (J.), 28.
Wolff (L. K.), 696.
Wolff (Mlle N.), 411.
Wollmann (E.), 285, 320, 414.
Womersley (W. D.), 192.
Wood (T. B.), 600.
Woog (P.), 60, 91.
Worms (René), 287.
Wouseng (S.), 410, 412, 445, 491.
Wulf (Le P. Th.), 689.
Wurmser (Mlle), 411.
Wurmser (R.), 410, 530, 598, 663.

Y

Yovanovitch (D.), 531, 532.
Yung (J.), 29.

Z

Zacharewicz, 598.
Zaepffel (E.), 90.
Zaremba (S.), 410.
Zimmern (A.), 61, 157, 566.
Zivy (L.), 630.
Zivy (R.), 662.
Zoretti (L.), 85.
Zweibaum (J.), 128.

Sté Gle d'Imp. et d'Edit., rue de la Bertauche, 1, Sens.

INFORMATIONS

Exposition de tous les appareils ou matériaux ayant trait à la récupération et à la conservation de la chaleur. — L'exposition des appareils de contrôle de la chauffe qui a eu lieu en mars 1921 ayant eu un grand succès, l'Office Central de Chauffe Rationnelle a décidé d'organiser en avril 1922 une exposition analogue portant sur d'autres appareils servant au chauffage industriel.

Comme la dernière fois, l'exposition sera limitée à une catégorie bien déterminée d'appareils ; on s'efforcera dans ce cadre restreint de réaliser une exposition aussi complète que possible. Le but visé est de permettre aux constructeurs et aux industriels de se rendre compte de l'état actuel de la question choisie.

L'exposition, cette année, comprendra tous les appareils ou matériaux ayant trait à la conservation et à la récupération de la chaleur.

Elle sera divisée en deux sections :

I. *Conservation de la chaleur.* — Calorifuges. Réfractaires. Isolants.

II. *Récupération de la chaleur.* — Récupérateurs et Régénérateurs. Economiseurs. Réchauffeurs d'air.

Toutes mesures seront prises pour permettre aux exposants, comme l'année dernière, des démonstrations expérimentales sous les yeux des visiteurs.

La Société d'Encouragement à l'Industrie Nationale et la Société des Ingénieurs Civils de France ont bien voulu, comme l'an passé, accorder leur patronage pour cette exposition.

L'Office Central de Chauffe Rationnelle (5, rue Michel-Ange. Paris, 16e) serait reconnaissant à tous les exposants éventuels de bien vouloir se mettre dès maintenant en rapport avec lui.

Fondation Edmond de Rothschild pour le développement de la recherche scientifique. — La Fondation Edmond de Rothschild a pour objet d'encourager la recherche dans les sciences physico-chimiques, spécialement en ce qui peut servir au progrès industriel et à la prospérité nationale.

Les subventions accordées à cet effet sont de deux sortes :

a) Subventions accordées pour la formation de chercheurs ;

b) Subventions accordées pour des recherches en cours.

A) Les subventions sont accordées à des Français justifiant des aptitudes nécessaires et désireux de s'initier à la recherche scientifique.

Les demandes doivent être adressées au Secrétaire Général de la Fondation, M. Job, Professeur au Conservatoire National des Arts et Métiers, 292, rue Saint-Martin, et accompagnées des pièces ci-dessous désignées :

1° Extrait de naissance,

2° Curriculum vitæ avec indication détaillée des études antérieures,

3° Références ou attestations des maîtres qui ont pu apprécier les aptitudes scientifiques du candidat et qui le recommandent à la Fondation,

4° Indication du laboratoire où le candidat désire travailler et, si possible, un aperçu du domaine de recherches qu'il choisit et des raisons qui le dirigent,

5° Déclaration du candidat affirmant que les ressources nécessaires lui font défaut, et engagement de faire connaître à la Fondation toute demande analogue qu'il pourrait adresser ailleurs, et de l'informer de tout cumul.

B) Subventions accordées pour les recherches en cours.

Le chercheur doit adresser au Secrétaire Général de la Fondation une demande dans laquelle il indique la nature de son travail, le but vers lequel il tend, les moyens dont il dispose, les raisons qui justifieraient la subvention. Il s'engage à rendre compte de l'emploi de la subvention et à présenter des rapports sur les résultats obtenus à la fin de chaque année, et à l'achèvement de son travail.

LIVRES REÇUS

Tous les livres reçus par la Revue *sont signalés sous cette rubrique avec une brève indication de leur contenu, sans préjudice de l'analyse critique dont ils pourront être ultérieurement l'objet dans la partie bibliographique de la* Revue.

1° Sciences mathématiques

LAPLACE (P. S.) : *Essai philosophique sur les probabilités.* vol. in-16 de 102 et 108 p. de la collection « *Les Maîtres de la pensée scientifique* » (Prix : 6 fr.). Gauthier-Villars et Cie, Paris, 1921.

Dans cet ouvrage, le célèbre mathématicien a traité, dans un style simple et lumineux et sans appareil mathématique, le problème des probabilités sous ses multiples aspects et marqué l'étendue de son application.

HUMBERT (P.) : *Introduction à l'étude des Fonctions elliptiques.* 1 broch. in-8° de 38 p. (Prix : 3 fr.). Librairie scientifique J. Hermann, Paris, 1922.

L'auteur a écrit cet opuscule à l'usage des étudiants des Facultés des Sciences ; en s'appuyant uniquement sur les résultats élémentaires de la théorie des fonctions analytiques, il introduit directement, par l'inversion de l'intégrale elliptique, les fonctions de Weierstrass.

MALET (H.) : *Etude géométrique des transformations birationnelles et des courbes planes.* 1 vol. in-8° de 262 p. avec 111 fig. (Prix : 32 fr.). Gauthier-Villars, Paris, 1921.

Cet ouvrage comporte un exposé de la Géométrie moderne qui, sans avoir l'impeccable rigueur des traités analytiques, a surtout pour but de pénétrer la structure de l'espace.

2° Sciences physiques

AMPÈRE (A. M.) : *Mémoires sur l'Electromagnétisme et l'Electrodynamique.* 1 vol. in-16 de 111 p. avec fig. de la collection *Les Maîtres de la Pensée scientifique* (Prix : 3 fr.). Gauthier-Villars, Paris, 1921.

Mémoires fondamentaux où Ampère a posé les bases expérimentales et théoriques de l'Electrodynamique.

Verhandelingen van Dr P. Zeeman over Magneto-optische Verschijnselen. 1 vol. in-8° de XV-341 p. avec fig. et pl. et 1 portrait. Ed. Ijdo, Leyde, 1921.

A l'occasion du 25e anniversaire du professorat de P. Zeeman, on a réuni dans ce volume tous les travaux du savant hollandais sur le phénomène magnéto-optique qui porte aujourd'hui son nom.

BAUER (Ed.) : *La Théorie de Bohr. La constitution de l'atome et la classification périodique des éléments.* 1 broch. in-8° de 52 p. avec fig. et 1 pl. (Prix : 4 fr. 50). Librairie scientifique J. Hermann, Paris, 1921.

Reproduction d'une conférence de l'auteur à la Société de Chimie physique de Paris qui donne l'essentiel sur cette question à l'ordre du jour.

NERNST (W.) : *Traité de Chimie générale.* Première partie : *Propriétés générales des corps. Atome et molécule.* 2e édition française, d'après la 10e édition allemande par A. CORVISY. 1 vol. in-8° de 620 p. avec fig. (Prix : 30 fr.). Librairie scientifique J. Hermann, Paris, 1922.

Cette 2e édition française a été presque entièrement refondue pour mettre l'ouvrage au courant des derniers progrès de la science, qui, on le sait, sont particulièrement notables dans le champ couvert par ce premier volume.

MICHEL (J.) : *Travail des métaux.* 1 vol. in-16 de VIII-355 p. avec 153 fig. de la *Nouvelle collection des recueils de recettes rationnelles* (Prix : 10 fr.). Librairie Desforges, 29, quai des Grands-Augustins, Paris, 1921.

Recueil de tours de main, formules, recettes, relatifs à la fonderie, aux alliages, moulages ; à la forge, chaudronnerie, estampage ; au travail à la lime, burin, aux machines-outils ; à la soudure, brasure, etc.

3° Sciences naturelles

GALIPPE (V.) et **SOUFFLAND** (Mme G.) : *La Vie de la matière. Recherches expérimentales.* 1 vol. in-8° de 116 p. (Prix : 10 fr.). Maloine et fils, Paris, 1921.

Les auteurs exposent ici leurs recherches relatives à la présence dans les fossiles, les météorites, les minerais, les laves volcaniques, d'organites susceptibles de culture et de multiplication, et résistant aux hautes températures.

FEYTAUD (J.) : *La Cité des Termites.* 1 vol. in-12 de 136 p. avec fig. (Prix : 3 fr.). L. Lhomme, 3, rue Corneille, Paris ; Féret et fils, 9, rue de Grassi, Bordeaux, 1921.

Exposé très captivant des mœurs sociales du Termite lucifuge, des ravages qu'il cause et des moyens employés pour sa destruction.

4° Sciences médicales

CHAVIGNY (Dr P.) : *Psychologie de l'Hygiène.* 1 vol. in-18 de 288 p. de la *Bibliothèque de Philosophie scientifique* (Prix : 7 fr. 50). Ern. Flammarion, Paris, 1921.

L'auteur met en évidence les causes profondes pour lesquelles certaines lois d'hygiène ont abouti à un échec et montre comment doivent être comprises les méthodes de propagande dans ce domaine.

DOPTER (M.) : *Les maladies infectieuses pendant la guerre (étude épidémiologique).* 1 vol. in-16 de 308 p. de la collection « *Les questions actuelles* » (Prix : 9 fr.). Librairie Félix Alcan, Paris, 1921.

Exposé des maladies infectieuses qui ont sévi pendant la guerre et des moyens prophylactiques utilisés contre elles, qui en ont réduit fortement la mortalité.

BENON (R.) : *Eléments de Pathologie mentale. Clinique et médecine légale.* 1 vol. in-16 de 240 p. (Prix : 6 fr.). G. Doin, Paris, 1922.

La première partie de ce livre expose la pathologie mentale sous forme de syndromes ; la seconde est consacrée à l'examen médico-légal.

5° Sciences diverses

ROUGIER (L.) : *La structure des théories déductives.* 1 vol. in-18 de 136 p. de la *Bibliothèque de Philosophie contemporaine.* (Prix : 7 fr.). Librairie F. Alcan, Paris, 1921.

L'auteur établit les conditions logiques auxquelles sont assujetties toutes les théories déductives et met en évidence leur caractère purement formel, qui leur permet de s'appliquer aux matières les plus diverses.

CONTENAU (G.) : *La Civilisation assyro-babylonienne.* 1 vol. pet. in-16 de 144 p. de la *Collection Payot* (Prix relié : 4 fr.). Payot et Cie, Paris, 1922.

L'auteur ind que les résultats des fouilles les plus récentes et des progrès accomplis dans la résurrection de la civilisation

assyro-babylonienne qui remonte à plus de 3.000 ans avant notre ère.

LORQUET (P.) : *L'Art et l'Histoire*. 1 vol. gr. in-16 de 304 p. (Prix : 10 fr.). Payot et Cie, Paris, 1922.

L'art est inséparable de l'histoire : elle l'explique, il l'illustre ; tel est le thème de l'auteur, développé en 4 parties : le témoignage de l'art, les arts, les grands peuples de l'art, l'art et les patries.

SOMMAIRES DES JOURNAUX SCIENTIFIQUES

1° Périodiques généraux

Journal of the Washington Academy of Sciences (Easton), Pa. t. XI, n° 19 (19 nov.). REED : Sur la corrélation entre deux fonctions et son applic. au cas général de la corrélation bâtarde. — BRIDGMANN : La discontinuité de résistance précédant la supraconductivité. — WASHINGTON : Les granites de Washington.

Journal of the Franklin Institute (Philadelphie), t. CXCII, n° 6 (Déc.). CARSON et GILBERT : Caractéristiques de transmission du câble sous-marin. — KARRER : Forme prise par un corps déformable immergé dans un fluide mobile. — LUCKIESCH, TAYLOR et SINDEN : Données sur la discrimination visuelle et les intensités d'éclairement désirables. — EVE : La Physique il y a cent ans. — SKINNER et SALE : Etude des eaux d'égout et ordures à Bridgeport (Conn.).

Bulletin officiel de la Direction des Recherches scientifiques et des Inventions, n° 25 (Nov.). BOULANGER : Applic. des cuirs de zébus aux usages industr. — DANIEL : Le greffage et ses applic. rationnelles (*fin*). — DUFOUR : Le mode d'action des subst. dépolarisantes dans les piles. — HEIM : Essai d'électroculture par effluvation. II.

Journal of the Royal Society of Arts (Londres), t. LXX, n° 3604 (16 déc.). FLEMING : La venue de l'âge de la t. s. f. à grande distance et quelques-uns de ses problèmes scientif. II. — N° 3.605 (23 déc.). ASHBOLT : Un service impérial des navires aériens.

Revue philosophique, t. XCII, n°s 11-12 (Nov.-Déc.). J. LOEB : La nature chimique de la vie. — REVAULT D'ALLONNES : Les schèmes présentés par les sens. — RABAUD : L'adaptation et l'évolution. II. — BRÉHIER : Le système d'Aristote, d'O. Hamelin.

2° Astronomie et Météorologie

The Observatory (Londres), t. XLIV, n° 571 (Déc.). REYNOLDS : La nébuleuse d'Andromède, M. 33 et la Nebecula major.

Monthly Weather Review (Washington), t. XLIX, n° 9 (Sept.) : KIMBALL et HAND : Mesures de luminosité du ciel et de clarté du jour. — CLOUGH : Note sur les méthodes pour indiquer et mesurer les corrélations (avec exemples). — BUNNEMEYER, JARBOE, MC AULIFFE : Les inondations du Texas en sept. 1921. — TANNEHILL : Vitesse du vent et fréquence de la pluie sur la côte du sud du Texas. — HUMPHREYS : Groupement en masse des gouttes de pluie. — ESHLEMAN : Les grands lacs diminuent-ils la chute de pluie dans la saison de croissance des cultures ? — LANE : Appareil simple de remplissage pour le gonflement exact des ballons sondé. — WOOLARD : Histoire des théories des vents, des origines au début du XVII° siècle.

3° Art de l'Ingénieur

Revue de Métallurgie, t. XVIII, n° 11 (Nov.). DE WURSTEMBERGER : Le problème des corrosions sélectives et de la dézincification des laitons. — PORTEVIN : Constituants observés dans les aciers au tungstène et les aciers au molybdène. — ID. et CHEVENARD : Les courbes caractérist. des traitements thermiques des aciers. — ID. et BERNARD : Contrib. à l'étude de la coalescence de la cémentite dans les aciers et de ses conséquences industr.

Revue universelle des Mines, de la Métallurgie, des Travaux publics (Liége), 6e sér., t. XI, n° 5 (1er déc.). CHAUVIN : Avant-projet de captation des énergies hydrauliques belges (*suite*). — GOUTTIER : L'usure des rails de chemins de fer et de tramways. — DELCOMMUNE : Méth. étrangères de tracés de cannelures de cylindres de laminoirs. — HANOCQ : Note sur la poulie Bollen. — BIHET : Méthode de filetage. — DE GRAND'RY : Etude sur la prospection du sous-sol par l'électricité (*fin*). — GILARD : Le verre de quartz (*suite*).

4° Sciences physiques

Le Journal de Physique et le Radium, 6e sér., t. II, n° 11 (Nov.). MOREAU : La dureté d'un corps pour le choc. — CARRIÈRE : Turbine phonique. — DUCLAUX et JEANTET : Dispersion de l'eau dans l'ultra-violet. — CAU et CHALONGE : Sur les franges

PRÉPARATIONS COLLOÏDALES

(Métaux Colloïdaux électriques à petits grains.
Colloïdes électriques et chimiques de métalloïdes ou de dérivés métalliques)

Electrargol	(Argent)	**Electroplatinol** . . .	(Platine)
Electromartiol. . . .	(Fer)	**Electrorhodiol** . . .	(Rhodium)
Electraurol	(Or)	**Electriridiol**.	(Iridium)
Electr-Hg	(Mercure)	**Electropalladiol** . .	(Palladium)
Electrocuprol . . .	(Oxyde de cuivre)	**Thiarsol**.	(Sulfure d'arsenic)
Electrosélénium. . .	(Sélénium)	**Collothiol**	(Soufre)

Obtenues par la méthode chimique ou par la méthode physique (électrique), les solutions colloïdales sont constituées par la suspension en milieu liquide d'une infinité de grains ultramicroscopiques, animés du mouvement brownien et présentant une charge électrique de signe défini. Grâce à la grande surface de ces grains, les colloïdes présentent un énergique pouvoir catalytique et fermentaire.

Les colloïdes possèdent d'importantes propriétés biologiques, bien étudiées depuis que l'on sait le rôle des colloïdes naturels dans la physiologie normale. Injectés à l'homme ou aux animaux, ils augmentent les oxydations et les échanges nutritifs, ils stimulent la défense contre les toxines et les fonctions d'élimination, ils provoquent un mouvement leucocytaire très marqué.

Les colloïdes sont d'un usage thérapeutique courant : les métaux (type : Electrargol) sont des médicaments antiinfectieux de premier ordre (toutes maladies infectieuses) ; on emploie certains colloïdes comme spécifiques (Electr-Hg — Electrosélénium — Electrocuprol — Electromartiol — Collothiol).

Les Laboratoires Clin préparent tous les colloïdes qu'il est possible d'obtenir dans l'état actuel de la science.

Pour l'expérimentation thérapeutique ou les usages de laboratoire, les Laboratoires Clin délivrent des préparations colloïdales pures, à constantes physiques définies.

Laboratoires CLIN, 20, rue des Fossés-Saint-Jacques, PARIS

Touristes!!! dans vos excursions emportez le VÉRASCOPE RICHARD

BREVETÉ S. G. D. G.

Quel que soit le temps, vous ferez d'admirables photographies

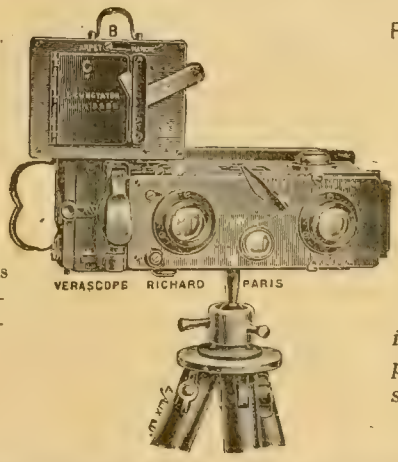
10, RUE HALÉVY (OPÉRA)

Le Vérascope est

ROBUSTE
PRÉCIS
PARFAIT
ÉLÉGANT

Les explorateurs, les coloniaux, les missionnaires, les alpinistes, les touristes, les amateurs proclament hautement que le Vérascope est la

Merveille photographique



FORME CORRECTE
GRANDEUR EXACTE
PERSPECTIVE JUSTE
COULEUR VRAIE

Nouveauté!

MAGASIN POUR PELLICULES EN BOBINES

BREVETÉ S. G. D. G.

interchangeable avec le magasin pour plaques et se chargeant instantanément en plein jour.

Pour les débutants le **GLYPHOSCOPE**

pour plaques 45 × 107 a les qualités fondamentales du **Vérascope**

Demander les Notices illustrées, envoyées franco : 25, RUE MÉLINGUE, PARIS

Exposition et vente de dispositifs vérascopiques : 7, rue Lafayette (près l'Opéra)

Ancienne Maison CH. VERDIN, ✻, ✪, ✠

G. BOULITTE, Succ'

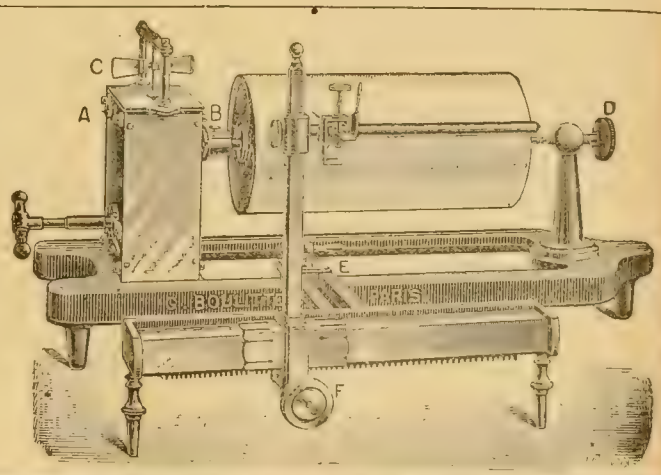
Ingénieur-Constructeur à PARIS

15 à 21, rue Bobillot, PARIS (13e)

(anciennement 7, rue Linné)

Appareils de précision pour la PHYSIOLOGIE et la MÉDECINE

ENREGISTREURS, MOTEURS ÉLECTRIQUES A VITESSE CONSTANTE, CHRONOGRAPHES, CHRONOSCOPES, SIGNAUX ÉLECTROMAGNÉTIQUES DE M. DEPREZ, ÉLECTRODIAPASONS, MANOMÈTRES, DYNAMOMÈTRES, SPHYGMOGRAPHES, ETC.



localisées secondaires de l'appareil de Newton. — MATHY : Induction mutuelle de deux circuits électr. circulaires ayant même rayon et situés dans des plans parallèles. — SCHWOB : Remarques sur les températures extrêmes dans le diagramme des moteurs à explosion.

The physical Review (Lancaster et Ithaca), 2e sér., t. XVIII, n° 5 (Nov.). GRANTHAM : Le spectre d'absorption infra-rouge des hydrates alcalins. — OVERN : Une échelle absolue de longueurs d'onde des rayons X. — ROOD : Conductibil. therm. de quelques matériaux de couverture. — PILLING : Pression de vapeur de Ca métall. — RASHEVSKY : Emission lumineuse d'une source mobile en rapport avec la théorie de la relativité — RAY : L'onde plane dans un diélectrique isotrope. — GHOSH et SUR : Sur la pression de radiation. — UEDDEN : Le potentiel d'ionisation de la vapeur de Se. — SETHI : Les bandes de Talbot et la théorie de l'interféromètre de Lummer-Gehrcke. — WILSON : La réflexion des rayons X par les cristaux. — JENKINS : Effet de l'âge et de la concentration d'une solution de rhodamine B sur le courant photo-électr. développé. — CASE : Effet thermique dans les piles photo-électr. au Ba et au Sr.

Anales de la Sociedad española de Física y Química (Madrid), t. XIX, n° 184 (Juin). MADINAVEITIA : Etude pharmacolog. de la salicaire. — MOLES : Sur le poids atom. du carbone. — MADINAVEITIA : Sur les oxydiméthylbenzylamines. — FERNANDEZ et PIZARROSO : Le pouvoir catalyt. des farines.

Recueil des Travaux chimiques des Pays-Bas (Leyde), t. XL, n° 12 (15 déc.). REINDES et VAN GRONINGEN : Les équilibres dans le syst. Fe-C-O ; l'équilibre fer β-martensite-fer oxydulé-gaz. — WESTER : Constituants chim. de quelques Loranthacées. — VAN DUIN : Sur l'empêchement stérique du groupement sulfo-acide. — VAN PESKI : Les anhydrides mixtes d'ac. sulfurique et de carbo-acides. II. L'ac. butyrylsulfurique normal. — COFFEY : La réact. entre le protochlorure de soufre et l'aniline. SCHOUTISSEN : Act. de l'ac. nitreux sur les phénols. — ID. : La vitesse de la réact. de diazotation, comme contrib. au problème de la substitution dans le noyau benzénique. — KOLTHOFF : La sensibilité d'indicateurs colorants à des températures plus élevées que la température ordin.

Zeitschrift fur Elektrochemie (Halle), t. XXVII, nos 23-24 (1er déc.). PAUL : La chimie physique des aliments. V. Le degré de douceur des subst. douces. — EGGERT : La sensibilité des explosifs très sensibles. — MULLER : Déshydratation interne ou catalyt. de l'aldéhyde formique. — ID. : Déshydratation des alcools. — VON WARTENBERG et SCHULZ : Tension de la vapeur

de quelques sels. II. — LOTTERMOSER et BREHM : Contrib. à la galvanostégie du zinc.

The Journal of the American chemical Society (Easton), t. XLIII, n° 8 (Août). CLARKE : Rapport du Comité internat. des Poids atom. pour 1921-22. — PUCHER et DEHN : Solubilités dans les mélanges de deux solvants. — CLARK : Nouv. rech. sur la vitesse de l'hydrolyse du sucre. — BOGUE : La viscosité des sels de gélatine. — NOYES : Essai de prépar. du trichlorure de nitro-azote. II. SPRŒSSER et TAYLOR : Pressions de vapeur de sol. aq. d'ac. nitrique. — HARKINS et EWING : Pression élevée due à l'adsorption, et densité et relations de volume du charbon de bois. — HARKINS et HAYES : La séparation de Cl en isotopes. — KENDALL et BRAKELEY : Formation de composés et viscosité en solutions du type acide : éther, acide : cétone et acide : acide. — KING et PATRICK : La mesure des constantes diélectr. — NEUHAUSEN et PATRICK : Organogels d'ac. silicique. — KENDALL, ADLER et DAVIDSON : Formation de composés et conductivité dans les syst. des types : ac. formique-formiate métall. et ac. sulfurique-sulfate métall. — KENDALL et BEAVER : Formation de composés dans les mélanges phénol-crésol. — JONES et SPEAKMAN : Quelques propriétés phys. des sol. aq. de certaines bases pyridiques. — COPISAROV : L'allotropie. — KHARASCH : Dérivés mercuri-organiques aromat. III-V. — GOMBERG et BUCHLER : Ethers benzyl. d'hydrates de carbone. — WILLIAMS : Détermin. quantitat. du phénanthrène. — SMITH : La réact. de Friedel et Crafts. — EVANS et LOOKER : Infl. de KOH sur la formation de l'alcool vinylique à partir de l'acétaldéhyde. — CONANT, MAC DONALD et KINNEY : Réact. d'addition des halogénures de phosphore. IV. — HEAP, JONES et SPEAKMAN : Prépar. de la pyridine et de certains de ses homologues à l'état de pureté. — GOMBERG et MINNIS : Le phénylthioxanthyle. — GOMBERG et BRITTON : Le 2 : 2'-sulfonido-triphénylméthyle. — STEPHENS : La réact. de Friedel et Crafts. — NELSON et HITCHCOCK : L'activité de l'invertase adsorbée. — LOWY et BALDWIN : Dér. du 2 : 4 : 6-trinitrobenzaldéhyde. II.

Chimie et Industrie, t. VI, n° 5 (Nov.). GAY : Distillation et rectification. — PILON : Radiométallographie. — BOUDOUARD : Porcelaines électrotechniques. — BATTEGAY et CLAUDIN : Contrib. à l'étude des colorants de cuve. — GREBEL, KLING et LASSIEUR : Les produits de la combustion du gaz. — L'Exposition de la Chimie.

5° Sciences naturelles

Comptes rendus des Séances de la Société de Biologie, t. LXXXV, n° 34 (26 novembre). BLOCH : Le rôle des actions mécaniques dans la croissance en épaisseur des racines et des tiges. — BOURGUIGNON et TUPA : Chronaxie anormale du nerf facial et des muscles de la face chez l'homme. Leur classification fonctionnelle par la chronaxie. — CANTACUZÈNE : Sur l'existence dans le sérum de *Maia squinado* d'une substance antagoniste empêchant ou retardant l'hémolyse. — FAURE-FRÉMIET : Discontinuité dans l'évolution morphologique du chondriome de l'œuf de *Sabellaria alveolota* L. — ELANDIN et TZANCK : Anaphylaxie active aux arsénobenzènes chez le cobaye. — HIRSCHLER : Sur la descendance de *Triton cristatus* provenant du croisement de femelles normales avec des mâles mélaniques par suite de l'extirpation oculaire. — MOUGEOT et PETIT : Les ondes pléthysmographiques de périodicité respiratoire en aval d'une contre-pression supprimant les pulsations artérielles. — NAVARRO : Traitement des trypanosomiases expérimentales par les acides arsiniques. — POISSON : *Lankesteria cyclopori* n. sp. Grégarine parasite de *Cycloporus maculatus* P. Hallez. — RICHET FILS (Charles) : Accoutumance expérimentale à l'insolation ou à la chaleur. Accoutumance ou immunité. — ROUZAUD et THIERY : Relation entre la viscosité et la répartition de la cholestérine dans le sérum et dans le sang total. — VALLOIS : La vertèbre diaphragmatique et la séparation des colonnes dorsale et lombaire chez les Mammifères. — VALLOIS : Reconstitution de quelques muscles des Dinosauriens ornithopodes. — VINCENT : Sur la vaccination de l'homme contre la dysenterie bacillaire. — ROUZAUD et THIÉRY : Relation entre la viscosité sanguine et la répartition de l'acide urique dans le sérum et dans le sang total. — BENOIT : Influence des températures supérieures à 100° sur les propriétés oxydantes du sang vis-à-vis des réactifs colorés. — WERTHEIMER et DUVILLIER : Sur l'excitabilité du nerf splanchnique et sur les mouvements de l'intestin, après l'ablation des surrénales. — HOUSSAY et NÉGRETE : Durée de l'activité des sérums antityphoïdiques. — ID. : Proportions de neutralisation des venins par les sérums antivenimeux. — LLAMBIAS et ELIZALDE : Anatomie pathologique de la grippe. — N° 35 (3 décembre). BIDAULT : Sur les moisissures des viandes congelées. — GARRELON, LELEU et THUILLANT : Pneumogastrique, atropine et choc chloroformique. — GUILLAUME : Détermination de la pression artérielle minima. — D'HÉRELLE et POZERSKI : Action de la température sur le Bactériophage. — HIRSCHLER : Abréviation, par action de l'iode, de la période larvaire, chez les Batraciens. — KOLLMANN : Régénération caudale chez les Batraciens. Régulation et régénération. — PEYRE et TARGOWLA : Intérêt des dilutions faibles du liquide céphalorachidien dans la réaction de Bordet-Wassermann par la méthode des dilutions. — TROUVELOT : Observations biologique sur l'*Hobrobracon johansenni* Vier. — — WECHSLER : Dispositif d'enregistrement photographique pour le réflexe psychogalvanique. — COUVREUR et CLÉMENT : Essais sur l'élimination des colorants. — GATÉ et PAPACOSTAS : Action du formol sur les solutions colloïdales autres que les sérums humains. Expériences basées sur la précipitation des albumines des sérums syphilitiques par le formol. — GUILLIERMOND : Origine et évolution des vacuoles dans les cellules végétales et grains d'aleurone. — NICOLAS, GATÉ et DUPASQUIER : Réactions cliniques de l'autohémothérapie de quelques dermatoses. — NOEL : Sur un mode d'élaboration de graisse osmio-réductrice dans la cellule hépatique de souris blanche. — PAPACOSTAS et GATÉ : A propos de l'antagonisme entre le bacille diphtérique et le pneumobacille. Son explication par le rôle empêchant de la toxine pneumobacillaire vis-à-vis de la sécrétion de la toxine diphtérique.

Boletin de la Real Sociedad española de Historia natural (Madrid), t. XXI, n° 8 (Oct.). CASTRO BAREA : Les minéraux bismuthifères de la province de Cordoba. — VIDAL Y LOPEZ : Notes sur les Cicindélidés. — DE LA ESCALERA : Espèces nouv. de Coléoptères de Ténérife. — CARANDELL : Processus constructifs en quelques points du littoral espagnol.

Physis (Revista de la Sociedad argentina de Ciencias naturales), t. V, n° 19 (31 oct.). MOLFINO : Contrib. à la flore de la région de Bahia Blanca. — PENNINGTON : Note sur des Coréidés argentins. — MORTOLA : Roches alcalines basiques du territoire du Chubut. — HAUMAN : Deux graminées géantes de la flore argentine. — REED : Deux insignes lithiques rencontrés au Chili. — MOLFINO : La flore des environs de Buenos-Aires. GIACOMELLI : Sur un cas d'albinisme chez le *Dione vanillæ*. — FRERS : Notes hyménoptérologiques. — DOELLO-JURADO : Nouv. esp. d'*Eupera* du Rio de la Plata.

Bulletin mensuel des Renseignements agricoles et des maladies des plantes (Rome), t. XII, n° 10 (Oct.). DE VUYST : Un Institut supér. d'Economie ménagère agricole en Belgique. — BENLLOCH : La motoculture en Espagne.

Bulletin agricole de l'Institut scientifique de Saïgon (Saïga). VERNET : Essais sur la camphrée (*Blumea balsamifera*) en Indochine. — DE SALVAZA : Différents moyens pour capturer les Insectes. — MIÉVILLE : L'agave et le *Fourcroya gigantea* au Tran-ninh. — DE VRIES : Dosage du caoutchouc dans le latex comme contrôle de la bonne condition de la vie des arbres. — O' CONNELL : Le procédé Ilcken-Down pour la préparation du caoutchouc.

Treubia (Buitenzorg), t. I, n° 4 (Août). FELT : Mites à galles javanaises. — BARTELS : Sur quelques oiseaux nouveaux pour Java. II. — KARNY : Systématique des Insectes orthoptéroïdes. — ID. : Contrib. à la faune des Thysanoptères et des Orthoptères malais.

Mémoires de la Société Zoologique de France, t. XXVIII, n°s 1 et 2 (25 sept. 1921). P. MATHIAS : Etude du genre *Chondrostoma* dans l'Europe occidentale et la région circum-méditerranéenne. — F. JOUSSEAUME : Sur quelques Mollusques de la mer Rouge nouveaux ou non figurés.

6° Sciences médicales

Bulletin de l'Académie de Médecine, t. LXXXVI, n° 39 (29 nov.). VALLON : Une lacune de la loi sur les aliénés, en ce qui concerne les aliénés criminels. — J. CAMUS : Fixation et neutralisation de poisons sur les centres nerveux. — DELAMARE : La réaction de Friedberger dans le typhus exanthématique, la typhoïde et la fièvre récurrente. — ID. : Sur la desquamation furfuracée dans le typhus exanthématique. — ARLONG, DUFOUR et LANGERON : Nouv. rech. sur l'infl. du choc anaphylact. dans les infections expérim. — SACQUÉPÉE : Sur la prophylaxie de la diphtérie dans les collectivités. — N° 40 (6 déc.). RENON : L'alliance de l'hygiène et de la pathologie dans la médecine préventive. — VERNEAU : L'anthropologie et les sciences médicales. — VIOLLE : Sur une épidémie de dysenterie dans le département de la Seine. — GUILBERT : Utilisation de la lampe à 3 électrodes comme élément sensible d'un nouv. électromètre. — BARTHELEMY : La peste à bord du *Cronstadt* en rade de Bizerte, en juillet 1921.

Annales de l'Institut Pasteur, t. XXXV, n° 11 (Sept.). BERTRAND et COMPTON : Curieuse modific. de l'amygdalinase et de l'amygdalase due au vieillissement. — ID. et ID. : Infl. de la température sur l'activité de la salicinase. — LEGROUX et ELIAVA : Sur un liquide où se maintient invariable le nombre de bactéries des cultures. — BRIDRÉ et DONATIEN : Vaccine et clavelée. — D'HÉRELLE et LE LOUET : Sur la vaccination antibarbonique par virus atténué. — SANARELLI : Pathogénie du choléra. V. Le choléra intestinal des jeunes animaux. — FORNET : Contrib. à l'étude du diagnostic de l'infection tuberculeuse. — EDM. et ET. SERGENT : Etudes épidémiolog. et prophylactiques du paludisme en Algérie.

7° Géographie et Colonisation

La Géographie, t. XXXVI, n° 4 (Nov.). ROULLEAUX-DUGAGE : La précession des équinoxes et le déplacement de l'axe de rotation de la Terre. — ROUCH : Le climat de la mer de Ross et du pôle sud. — DE MARTONNE : La cartographie du Maroc. — La population de l'Albanie. — L'Union sud-africaine : éléments ethniques et sociaux. — Géologie de l'Afrique orientale.

Bulletin du Comité d'Etudes historiques et scientifiques de l'Afrique occidentale française, N° 3 (Juillet-Sept.). CHUDEAU : Le problème du desséchement en Afrique occid. — HUBERT, LAFORGE et VANELSCHE : Objets anciens de l'Aouker. — CHABANAUD : Contrib. à l'étude de la faune herpétolog. de l'Afrique occid. — MADEMBA : La dernière étape d'un conquérant. — HARDY : L'enseignement au Sénégal de 1817 à 1854 (*fin*).

INFORMATIONS

Annales des Postes, Télégraphes et Téléphones. — L'Administration des P. T. T. publie, depuis 1910, un bulletin technique trimestriel institulé les « *Annales des Postes, Télégraphes et Téléphones* » qui, dès son apparition, a été accueilli avec faveur du public. A côté d'études approfondies sur la téléphonie automatique ou sans fil, les relais téléphoniques, les appareils télégraphiques à grand rendement français et étrangers, la radiotélégraphie, on en trouve d'autres non moins documentées sur l'anti-induction, l'électrification des voies ferrées, l'emploi de l'aluminium à la construction des lignes électriques, l'outillage mécanique des grands bureaux postaux.

La revue publie un résumé des travaux du Service d'Etudes et de Recherches techniques, du Comité technique des Postes et Télégraphes, et renferme en outre une analyse des périodiques en langue française et des traductions d'articles choisis dans les périodiques étrangers; elle se termine par des informations sur des questions d'actualité et sur les progrès les plus récents réalisés à l'étranger au point de vue technique.

Les *Annales des Postes, Télégraphes et Téléphones* apportent ainsi régulièrement aux techniciens de l'industrie aussi bien qu'à ceux de l'Etat une documentation complète sur les travaux en cours dans les laboratoires étrangers.

La publication est faite par les soins d'une commission nommée par M. le Ministre des Postes et des Télégraphes et qui, présidée par M. Dennery, Inspecteur Général, Vice-Président du Comité technique des Postes et Télégraphes, comprend parmi ses membres des personnalités comme celles de MM. Blondel, Membre de l'Institut, le général Ferrié, Milon, Directeur de l'Exploitation téléphonique, MM. les professeurs Henri Abraham et Gutton, M. Pomey, Ingénieur en Chef des Télégraphes.

Afin d'augmenter leur caractère d'actualité et de répondre au vœu exprimé par les abonnés, les *Annales*, qui jusqu'à présent paraissaient tous les trois mois, paraîtront tous les deux mois à partir du 1er février 1922.

L'Administration a confié l'édition des *Annales* à la Librairie de l'Enseignement technique (3, rue Thénard, Paris-5e).

LIVRES REÇUS

Tous les livres reçus par la Revue *sont signalés sous cette rubrique avec une brève indication de leur contenu, sans préjudice de l'analyse critique dont ils pourront être ultérieurement l'objet dans la partie bibliographique de la* Revue.

1° Sciences mathématiques

Annales de l'Observatoire Royal de Belgique. 3e série, t. I, fasc. 1, publié sous la direction de G. LECOINTE. 1 vol. in-4° de 268 p. avec fig. et 3 pl. Hayez, imprimeur, Bruxelles, 1921.

Ce volume renferme les mémoires suivants : FRANÇOIS : L'appareil gravimétrique de l'Observatoire royal de Belgique. — PHILIPPOT : La forme des tourillons du cercle méridien de Repsold. — CASTEELS : Calcul simplifié des coordonnées rectilignes des étoiles de repère pour la zone d'Uccle. — DE DONDER : La Gravifique einsteinienne.

2° Sciences physiques

NEVEUX (V.) : *Stations centrales. Postes de transformation et lignes de transformation et transmission de force.* 1 vol. in-16 de 240 p. avec 156 fig. de l'*Encyclopédie technique des Aide-Mémoire Plumon* (Prix : 16 fr.). Ch. Béranger, Paris et Liége, 1922.

On trouvera dans ce livre tous les renseignements techniques sur les postes de transformation à haute tension et les canalisations électriques aériennes et souterraines, avec les règlements officiels sur ces questions.

VOISIN (Jean) : *Les métaux précieux.* 1 vol. in-8° de 264 p. avec 87 fig. des *Grandes Encyclopédies industrielles* (Prix : fr.). J. B. Baillière et fils, Paris, 1922.

Ce volume traite des métaux précieux, envisagés au point de vue de leurs propriétés physiques et chimiques, de leurs moyens d'extraction et de purification, de leurs méthodes d'essai, de leurs applications industrielles et de leur rôle économique.

3° Sciences naturelles

Anales del Museo nacional de Historia natural de Buenos-Aires. T. XXX. 1 vol. in-8° de 559 p. avec 22 pl., 95 fig., 5 cartes et 2 plans. Talleres graficos del Ministerio de Agricultura, Buenos-Aires, 1920.

Ce volume renferme dix mémoires relatifs surtout à la géologie, la botanique, la zoologie et l'anthropologie de l'Argentine.

CHAUTARD (Jean) : *Les gisements de pétrole.* 1 vol. in-16 de 330 p. avec fig. de l'*Encyclopédie scientifique* (Prix : broché, 12 fr. ; cart. : 14 fr.). G. Doin, Paris, 1922.

Dans ce volume, l'auteur traite surtout les questions suivantes : origine du pétrole, mise en gisements, distribution géologique, régions pétrolifères, recherche des gisements, exploitation.

PETRONIEVICS (B.) : *Ueber das Becken, den Schultergürtel und einige andere Teile der Londoner Archæopteryx.* 1 broch. in-4° de 34 p. avec 2 pl. Georg et Cie, Genève, 1921.

L'auteur expose des recherches sur le bassin, la ceinture scapulaire et quelques autres parties de l'*Archæopteryx* conservé au British Museum de Londres.

CHEVALIER (Aug.) : *Histoire et amélioration des Pommiers, et spécialement des Pommiers à cidre.* 1 vol. in-8° de 72 p. (Prix : 5 fr.). Laboratoire d'Agronomie coloniale, 57, rue Cuvier, Paris, 1921.

L'auteur expose l'histoire naturelle du genre *Malus*, l'origine des pommiers cultivés et les recherches scientifiques faites pour les améliorer.

RUTOT (A.) : *Les grandes mutations intellectuelles de l'Humanité.* I. *D'où venons-nous ? Que sommes-nous ?* 1 vol. in-16 de 152 p. avec 46 fig. II. *Où allons-nous ?* 1 vol. in-16 de 188 p. M. Lamertin, 58-62, rue Coudenberg, Bruxelles, 1920.

Dans la première partie, l'auteur esquisse l'évolution, par mutations successives, de la cellule primordiale jusqu'aux anthropomorphes, puis de ceux-ci jusqu'au stade humain. Dans la seconde, il montre les diverses étapes des mutations intellectuelles de l'humanité depuis l'origine jusqu'à nos jours, et leur avenir probable.

4° Sciences médicales

D'HERELLE (F.) : *Le Bactériophage. Son rôle dans l'immunité.* 1 vol. in-8° de 227 p. avec 1 pl. (Prix : 12 fr.). Masson et Cie, Paris, 1921.

Dans la première partie, l'auteur passe en revue les phénomènes provoqués *in vitro* par l'ultramicrobe bactériophage ; dans la seconde, il envisage le rôle joué par le bactériophage dans la nature.

PATON (Dr M.) : *Hormone Therapy by sera, vaccines and drugs.* 1 vol. in-8° cour. de xv-168 p. (Prix cart. : 7 sh. 6 d.). Baillière, Tindall and Cox, 8, Henrietta Street, Londres, 1922.

L'auteur expose les bases de sa thérapeutique hormonique par administration orale et les résultats qu'elle lui a donnés dans le traitement d'un grand nombre d'affections.

5° Sciences diverses

RENOOZ (C.) : *L'ère de vérité.* Livre premier. *Le monde primitif.* 1 vol. gr. in-8° de 420 p. (Prix : 15 fr.). M. Giard, 16, rue Soufflot, Paris, 1921.

Cet ouvrage constitue le premier d'une série qui a pour but de retracer l'histoire de la pensée humaine et de l'évolution morale de l'humanité à travers les âges et chez tous les peuples, en révélant le sens caché des légendes, traditions et symboles mystérieux du passé.

Statistique générale de la Tunisie (année 1920). 1 vol. in-8° de xvi-435-xi pages. Imprimerie Weber et Cie, Tunis, 1921.

SOMMAIRES DES JOURNAUX SCIENTIFIQUES

1° Périodiques généraux

Proceedings of the National Academy of Sciences of the U. S. of America (Easton, Pa.), t. VII, n° 8 (Août). MINTON : Quelques caractéristiques physiques de l'oreille. — LANCEFIELD et METZ : Non-disjonction et rapports des chromosomes chez la *Drosophila Willistoni*. — VAN SLYKE : Appar. pour déterm. les gaz dans le sang et d'autres solutions. — OSBORN : Radiation adaptative et classification des Proboscidés. — STURTEVANT : Cas de réarrangement des gènes chez la *Drosophila*. — DUANE, PALMER et YEH : Nouv. mesure de la constante de radiation *h* au moyen des rayons X. — BARUS : L'électromètre absolu à tube en U. — COBLE : Aspects géométriques des fonctions modulaires abéliennes de genre 4. — LINDGREN : La mélanovanadite, nouv. minéral de Mina Ragra, Pasco (Pérou). — N° 9 (Sept.). WIENER : La moyenne d'une fonctionnelle analytique. — DUANE : Sur le calcul des fréquences d'absorption des rayons X des éléments chimiques. I-II. — STOUFFER : Semi-covariants d'un syst. général d'équations différentielles linéaires homogènes. — GLENN : Un algorithme pour la théorie des invariants différentiels. — SHERMANN, LA MER et CAMPBELL : Effet de la température et de la concentr. des ions H sur le taux de destruction de la vitamine antiscorbutique (vitamine C).

Journal of the Washington Academy of Sciences (Easton, Pa). t. XI, n° 20 (4 déc.). WELLS : Sur l'eau du Lac Borax. — WASHINGTON : Obsidienne de Copan et Chichen Itza. — CANDELL : Sur le groupe des Phanéroptères (Scuddériés) chez les Orthoptères ; descript. d'un nouv. genre et espèce.

Annaes scientificos da Academia polytechnica do Porto (Coïmbre), t. XIII, n° 4. MENDES CORREA : Ostéométrie portugaise (*suite*). — GOMES TEIXEIRA : Sur les cubiques circulaires. — FR. DE MELLO : Deux nouv. Infusoires parasites de l'intestin de *Leucotermes indicola* Wasm. — PIRES DE LIMA : Descript. du squelette d'un membre supér. humain didactyle. — MENDES CORREA : Les conditions physiques dans la formation des races. — T. XIV, n° 1. SIBERIANI : Sur deux enveloppes de cercles. — SERVAIS : Sur les cubiques unicursales. — GODEAUX : Sur les plans doubles de genre un et de rang trois. — HOEL : La tractrice circulaire à double courbure. — PEREIRA-FORJAZ :

La géologie portugaise et ses fondateurs. — Fr. de Mello : La faune parasite de l'intestin d'*Hodotermes viarum* Koenig. — Id. : Sur quelques Trichonymphides de l'Inde et de Ceylan. — Bethencourt Ferreira : Cas de côtes cervicales chez l'homme. — Mendes Correa : Ostéométrie portugaise (*suite*). — N° 2. Mendes-Correa : *Id.* (*suite*). — Neuberg : Sur l'octaèdre à faces triangulaires. — de Beires : Sur les caustiques des courbes planes algébr. et sur les courbes pourvues d'un axe orthoptique. — Guldberg : Sur la loi de Bravais. — Da Costa Ferreira : Poumons de Cynocéphales.

2° Mathématiques

Bulletin of the American mathematical Society (Lancaster et New-York), t. XXVIII, nos 9-10 (Juin-Juillet 1921). Jackson : La théorie générale des approximations par des sommes polynomiales et trigonométriques. — Eisenhart : Le champ solaire d'Einstein. — Coble : Un covariant de 3 cercles. — Curtis : Sur les paraboles obliques. — Coolidge : La dispersion des observations. — Wiener : Les isomorphismes de l'Algèbre complexe. — Forsyth : Les généralisations de certaines formules dans les théories mathématiques financières. — Cajori : La propagation des notations newtonienne et leibnizienne du Calcul. — Miller : Revues de la théorie des groupes dans le *Jahrbuch über Fortschritte der Mathematik*.

3° Art de l'Ingénieur

Bulletin de la Société d'Encouragement pour l'Industrie nationale, t. CXXXIII, n° 9 (Nov.). Lecler : Quelques remarques pratiques sur l'enseignement des apprentis. — Boyer-Guillon : Les accéléromètres Auclair et Boyer-Guillon. — Mascard : L'emploi des combustibles liquides dans les fours Hoffmann.

Journal of the Royal Society of Arts (Londres), t. LXX, n° 3606 (30 déc.). Heaton : La préservation des pierres. — N° 3607 (6 janv.) Coate Wade : La Colombie britannique : le réveil du Pacifique.

Revue universelle des Mines, de la Métallurgie, des Travaux publics (Liége) 6e sér., t. XI, n° 6 (15 déc.). Chauvin : Avant-projet de captation des énergies hydrauliques belges (*suite*). Lykiardopoulo : La géologie des gisements de Péchelbronn. — Delcommune : Méthodes étrangères de tracés de cannelures de cylindres de laminoirs (*fin*). — Hanocq : Note sur la poulie Bollen (*fin*). — Bihet : Méthodes de filetage (*fin*). — Lamalle : Désignation abrégée des types de locomotives. — Lepersonne : Rech. expérim. sur les propriétés mécan. des aciers à haute température. — Gilard : Le verre de quartz (*suite*).

4° Sciences physiques

Communications from the Physical Laboratory of the University of Leiden (Leyde), n° 154. Crommelin, Palacios, Martinez et Onnes : Isothermes de subst. monoatom. et de leurs mélanges binaires. XX. Isothermes du néon de + 20° C. à — 217° C. — Mathias, Crommelin et Onnes : Le diamètre rectiligne de l'hydrogène. — Onnes et Crommelin : Méthodes et appar. employés au Laborat. cryogène. XVIII. Forme perfectionnée de cryostat à vapeur d'H pour les températures allant de — 217° à — 253° C. — N° 155. Sir Hadfield, Woltjer et Onnes : Infl. des basses températures sur les propriétés magnét. des alliages de Fe avec Ni et Mn.

Journal de Chimie physique, t. XIX, n° 2 (15 juillet). Giaja : Etude de la décomposition de l'amygdaline, au point de vue des réactions fermentaires conjuguées. — Moles : Etude critique des valeurs modernes de la densité du gaz oxygène. — Id. : Revision numérique des résultats concernant la densité du gaz acide bromhydrique. Poids atomique du brome. — Procopiu : Sur la force électromotrice produite par le déplacement relatif d'une électrode et d'un électrolyte.

The Journal of the American chemical Society (Easton, Pa.), t. XLIII, n° 9 (Sept.). Rogers, Piggot, Bahlke et Jennings : Oxydation catalyt. de CO. — Merrill et Scalione : Oxydation catalyt. de CO à la température ordin. — Helmick : Détermin. du Th dans le sable monazitique par une méthode d'émanation. — Taylor et Anderson : La chaleur de formation d'AgI. — Kendall et Fuchs : Infl. catalyt. des oxydes étrangers sur la décompos. des oxydes d'Ag et de Hg et du peroxyde de Ba. — Buell et Mc Crosky : Prépar. et étude des bromates alcalins. Bromate de Rb. — Piggot : Le Mn dans l'oxydation catalyt. de NH^3. — Dickinson et Goodhue : Les structures cristall. du chlorate et du bromate de Na. — Taylor et Neville : La catalyse dans la réact. de C. sur la vapeur et sur CO^2. — Vogt et Nieuwland : Les sels de Hg dans la transform. catalyt. de l'acétylène en acétaldéhyde : nouv. procédé commercial pour la fabric. de la paraldéhyde. — Nicolet : Existence et réactions des halogènes positifs attachés au C dans les comp. aromat. — Lachman : L'ac. nitromalique. — Id. : L'ac. dioxytartrique. — Dox et Yoder : Les spiro-pyrimidines. III. — Sievers et Mc Intyre : Changement de compos. des Paprikas pend. la période de croissance. — Reid, Mackall et Miller : Dér. de l'anthraquinone : thio-éthers aliphat., dithio-éthers et ac. thio-éther sulfoniques. — Lewis et Cheetham : Benzophénone arséniée et ses dérivés. — Nicolet : Les acides en C^{18}. II. Relation des ac. oléique et élaïdique avec leurs prod. d'addition halogénés.

TOUS LES PRODUITS
TOUS LES APPAREILS
TOUTES LES IDÉES

CONCERNANT

LE

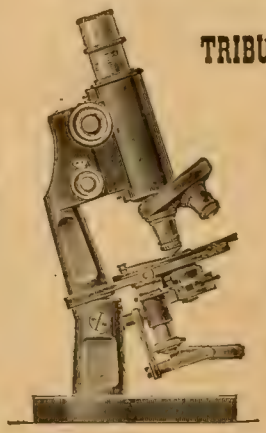
LABORATOIRE

ÉTUDE
et Construction d'Appareils scientifiques
INSTALLATIONS ET FOURNITURE
pour Laboratoires

ÉTABLISSEMENTS
MORLOT-MAURY & PILOT RÉUNIS
Fondés en 1868 — 11, rue Blainville, PARIS-Ve (Panthéon)
Tél. GOB. 47-64

René PIETERS Sr
Rédacteur-Fondateur
de
L'ARGUS des SCIENCES
Mensuel gratuit
TRIBUNE DE CONSULTATIONS
industrielles
Lien technique des Echanges
d'Idées ou d'Appareils
entre les Laboratoires
Publie les disponibles
Renseigne, Garantit

Fournisseur de :
La Faculté des Sciences de Paris
et de Médecine de Paris
Ministère de l'Instn publque
Ecole normale supre,
Institut Pasteur, etc.



Catalogue sur demande :
Chimie. — Physique
Fournitures industrielles
OUTILLAGE
Biologie, Microbiologie
Physiologie

MICROSCOPES V.M.M.

Touristes!!! dans vos excursions emportez le VÉRASCOPE RICHARD

BREVETÉ S. G. D. G.

Quel que soit le temps, vous ferez d'admirables photographies

10, RUE HALÉVY (Opéra)

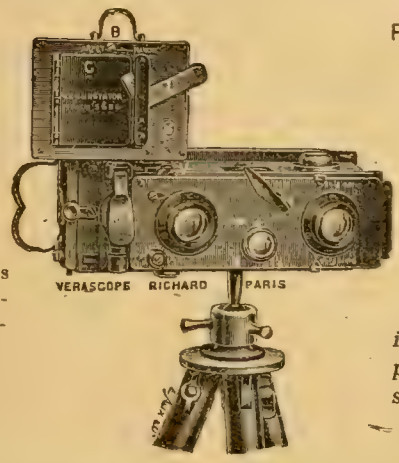
Le Vérascope est

ROBUSTE
PRÉCIS
PARFAIT
ÉLÉGANT

Les explorateurs, les coloniaux, les missionnaires, les alpinistes, les touristes, les amateurs proclament hautement que le Vérascope est la

Merveille photographique

• • • •



FORME CORRECTE
GRANDEUR EXACTE
PERSPECTIVE JUSTE
COULEUR VRAIE

Nouveauté!

MAGASIN POUR PELLICULES EN BOBINES

Breveté S. G. D. G.

interchangeable avec le magasin pour plaques et se chargeant instantanément en plein jour.

• • • •

Pour les débutants le **GLYPHOSCOPE**

pour plaques 45 × 107 a les qualités fondamentales du **Vérascope**

Demander les Notices illustrées, envoyées franco : 25, RUE MÉLINGUE, PARIS

Exposition et vente de dispositifs vérascopiques : 7, rue Lafayette (près l'Opéra)

Ancienne Maison Ch. VERDIN, ✻, ✪, ✠

G. BOULITTE, Succ'

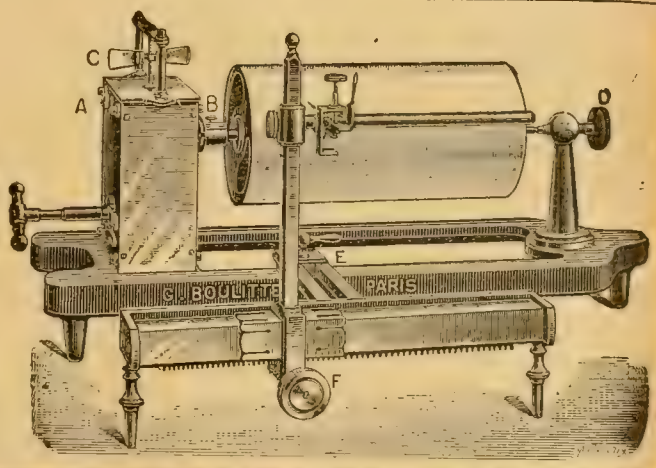
Ingénieur-Constructeur à PARIS

15 à 21, rue Bobillot, PARIS (13e)

(anciennement 7, rue Linné)

Appareils de précision pour la PHYSIOLOGIE et la MÉDECINE

ENREGISTREURS, MOTEURS ÉLECTRIQUES A VITESSE CONSTANTE, CHRONOGRAPHES, CHRONOSCOPES, SIGNAUX ÉLECTROMAGNÉTIQUES DE M. DEPREZ, ÉLECTRODIAPASONS, MANOMÈTRES, DYNAMOMÈTRES, SPHYGMOGRAPHES, ETC.



La **Revue générale des Sciences** publiera dans ses prochaines livraisons :

Prof. **Quirino Majorana** : Sur l'absorption de la gravitation.

M. **Ch. Maurain** : La variation de la vitesse du vent avec l'altitude.

M. **J. Dufrénoy** : La sélection des blés résistant aux rouilles.

M. **P. Clerget** : Revue de Géographie économique.

M. **R. Cornubert** : La microanalyse organique quantitative.

M. **F. Wolfers** : L'action biologique des rayons X.

M. **P. Becquerel** : La découverte de la phyllorhize ; ses conséquences pour la morphologie et la biologie des plantes vasculaires.

Chimie et Industrie, t. VI, n° 6 (Déc.). NOELTING : Le musc artificiel. — BERLINE : La décantation centrifuge. — KLING et LASSIEUR : Revue de Chimie analyt. — MARCELET : Hydrogénation de quelques huiles d'animaux marins. — LE HALLEUR : Développ. récents des institutions de recherches scientif. et industr. à l'Etranger et en France. — DESGREZ, GUILLEMART et LABAT : Rech. sur la protection contre le dichlorosulfure d'éthyle (ypérite). — TAILLEFER : La législation des brevets et l'industrie chimique. — DETŒUF : Les produits pharmaceutiques et la législation sur les brevets.

5° Sciences naturelles

Comptes rendus des Séances de la Société de Biologie, t. LXXXV, n° 36 (10 décembre). FAURÉ-FRÉMIET : Variation périodique de la sensibilité de l'œuf de *Sabellaria alveolata* L. aux solvants des graisses. — GLEY et QUINQUAUD : Sur les effets vasomoteurs de l'excitation du splanchnique chez le lapin. — GUILLAUMIN : Remarques sur la défécation du sang par les acides tungstique, métaphosphorique ou trichloracétique. — KOLLMANN : Régénération caudale chez les Batraciens. Facteur réglant les dimensions de la partie régénérée. — PAGNIEZ, MOUZON et TURPIN : Action myoclonisante pour le cobaye du sérum de certains épileptiques. — VAUDREMER : Un procédé de culture homogène rapide du bacille tuberculeux. — BREL : Modifications expérim. de la répartition de l'azote urinaire par injections sous-cutanées d'adrénaline. — CAVALIÉ et MANDOUL : Note sur un Spirochète, le *Spirochaeta perforans*, nov. sp., rencontré constamment dans les lésions de la polyarthrite alvéolo-dentaire expulsive (pyorrhée). — DODEL : Des oscillations de l'attention au cours d'excitations périodiques rythmées de la vue, de l'ouïe et du toucher. — DUFRENOY : Sur des tumeurs chancreuses de *Diplodina castaneae*. — PORTMANN : Rech. sur la physiologie du sac et du canal endolymphatique. Valeur fonctionnelle de l'organe endolymphatique des Sélaciens. — MAURIAC et SERVANTIE : Rech. sur le pouvoir glycolytique du sang mesuré in vitro. — PACHON et FABRE : La notion d'un simple « point anguleux » est-elle suffisante comme critère oscillométrique de la pression minima ? — SABRAZÈS, BONNIN et CHANDRON : Ectasies vasculaires globuleuses des glomérules de Malpighi dans la néphrite aiguë typhoïdique. — SABRAZÈS et PAUZAT : Myosite typhique suppurée expérim. — BOUIN : La constante moléculaire approchée. — ETIENNE et VÉRAIN : Sur le dosage du glucose dans les liquides de l'organisme. — LIENHART : Contrib. à l'étude de la biologie de *Cicindela germanica* L., sa prétendue rareté aux environs de Nancy. — ID. : Remarques à propos du sexe des œufs de poule. — MORLOT et VERMELIN : Deux cas de sténose congénitale de l'aorte chez le nouveau-né. — PARISOT et SIMONIN : Gangrène pulmonaire et *Trichomonas*. — APPELMANS : Le dosage du bactériophage. — BORDET et CIUCA : Sur la régénération du principe actif dans l'autolyse microbienne. — BRUYNOGHE et MAISIN : Au sujet de l'unité du principe bactériophage. — ID. et ID. : Essais de thérapeutique au moyen du bactériophage du Staphylocoque. — ID. et ID. : Le principe bactériophage du Staphylocoque. — DEMOOR : Influence des substances extraites du cœur de la Tortue sur le cœur de la Grenouille. — ID. : Influence des substances extraites de l'oreillette et du ventricule du chien sur le cœur isolé du lapin. — DUSTIN : Les phénomènes de caryorhexis dans le thymus humain. — NOLF : Les extraits aqueux d'organes ne contiennent pas de prothrombine. — SLOSSE : Sur l'intervention des cations dans la glycolyse alcaline. — SOKOLOFF : Contribution au problème de la vitalité des organismes. — ID. : Sur la question de l'absorption chez les Protozoaires. — VAN LAER et LOMBAERS : Recherches sur l'influence des variations de l'acidité libre dans la germination de l'orge. — VAN SACEGHEM : L'anaphylaxie dans l'hyperimmunisation des Bovidés contre la peste bovine. — WINIWARTER : Chiasmatypie et réduction. — ZUNZ et LA BARRE : A propos de la constitution du cytozyme et de l'action des phosphatides dans la coagulation du sang. — N° 37 (17 décembre). BUSQUET : Le paradoxe du potassium sur le cœur isolé de lapin. — DOUMER : L'action du taurochlorate de soude sur la tension superficielle de l'eau. — FAURÉ-FRÉMIET et GIRARD : Endosmose électrique des cellules du foie chez le rat blanc. — LAPICQUE (L. et M.) : Quelques mesures de concentration en chlore et en électrolytes et de concentration moléculaire totale chez les Laminaires. — RAVAUT et RABEAU : Sur la virulence du liquide céphalo-rachidien de malade atteinte d'herpès génital. — REGARD : L'action tryptique des leucocytes fixés par l'alcool. — RIETZ : Tremblement pendant l'anesthésie générale et moyen de l'empêcher. — STANKOVITCH : Sur quelques Coccidies nouvelles des Poissons Cyprinides. — VAGLIANO : Des réactions leucocytaires consécutives à l'inoculation des bacilles tuberculeux. — VIOLLE : De l'influence de la digestion sur les éliminations urinaires. — ARON : Observ. histochim. sur la sécrétion biliaire. — BELLOCQ : Sur quelques particularités du vestibule de l'enfant nouveau-né portant sur sa forme, son orientation, son évolution. — BLUM : L'action antiphlogistique des sels de calcium. — BLUM, AUBEL et HAUSKNECHT : Modifications de la composition minérale du sang et des humeurs après ingestion de chlorure de calcium. — HECKER : Sur l'appareil ligamenteux occipito-atloïdo-axoïdien. — BETTENCOURT, BORGES et SEABRA : L'hôte intermédiaire du *Schistosomum haematobium* au Portugal. — BRITES : Nouv. procédé de montage des pièces anatomiques incluses dans la gélatine. — FONTES : Action de la vératrine sur les muscles normaux et en voie de dégénérescence chez les Amphibiens. — REBELLO et PEREIRA : L'adrénaline est-elle conduite le long des nerfs ? — ID. et ID. : Sur le mécanisme de l'action à distance de l'adrénaline. — DAVIDE et DERNBY : Etude sur la production de la toxine diphtérique. — DERNBY et ALLANDER : Production de la toxine tétanique. — KLING, DAVIDE et LILJENQUIST : L'encéphalite épidémique expérimentale chez le lapin. I. Virus d'origine cérébrale. II. Virus d'origine naso-pharyngée. — BIE : Influence de doses massives de sérum antidiphtérique sur la mortalité dans la diphtérie pharyngée. — ID. : Infl. du sérum antidiphtérique sur la température du corps. — FENGER : Sur des précipités dans les tissus après fixation par le formol. — HANSEN : Infl. du bain de lumière universel sur la teneur en agglutinine antityphique du sang humain. — SAND : Vasectomie pratiquée sur un chien dans un but de régénération. — WALBUM : Action de la staphylolysine sur les globules de chèvre. — ACUNA et GARRAHAM : Résultats cliniques de l'emploi de la vitamine. — HOUSSAY et HUG : Action de l'hypophyse sur la croissance. — ID. et LEWIS : Importance comparative des parties médullaire et corticale des surrénales. — ID. et ID. : Diabète pancréatique chez les chiens privés de la partie médullaire des surrénales. — ID. et SORDELLI : Formation d'anticorps chez les animaux éthyroïdés. — LEWIS : Les surrénales et l'intoxication par la morphine. — LLAMBIAS : Etude d'une lésion nodulaire hépatique renfermant des cristaux.

Bulletin de l'Institut océanographique, n° 401 (10 octobre). TCHAHOTINE : Recherches de cytologie expérimentale, faites avec la méthode de la radiopuncture microscopique. — N° 402 (25 octobre). MIKHAÏLOFF : Système nerveux cellulaire périphérique des Céphalopodes. — N° 403 (1er décembre). LOTH : Les trous transversaires des vertèbres cervicales des Cétacés et Siréniens. — N° 404 (25 décembre). THOULET : Sur la circulation océanique profonde.

Bulletin de la Société botanique de France, t. LXV. GADECEAU : Etude critique sur le *Carex turfosa* Fries. — GAGNEPAIN : Place de quelques genres soi-disant de la famille des Ficoïdes. — DE TONI : P. A. Hariot. — GANDOGER : *Sertum plantarum novarum*. I. — FRIEDEL : De la notion d'être chez les végétaux. Réflexions théoriques. — GAGNEPAIN : Polymorphisme floral dans le genre *Adenia* des Passifloracées. — LUIZET : Contrib. à l'étude des Saxifrages du groupe des *Dactyloides* Tausch. XXIII-XXIV. — FRIEDEL : Observ. sur une particularité anatom. de la fleur chez diverses espèces du genre *Narcissus*, avec applic. possible à la classification. — ALLORGE : Sur la florule bryolog. du Vexin français. II. — GIRAUDIAS : Notes de Botanique systémat. — NEYRAUT : Matériaux pour servir à l'étude du genre *Prunus*. — VUILLEMIN : Le placenta. Son indépendance primitive. — EVRARD et CHERMEZON : La végétation de la Haute-Tarentaise.

Archivio di Fisiologia (Florence), t. XIX, fasc. 5 (Sept.-Oct.). FANO et BAGLIONI : Notice sur Luciani. — SIMONELLI : La doctrine de Luciani sur les fonctions du cervelet. — ROSSI : Sur les localisations cérébelleuses corticales et sur leur signification en rapport avec les fonctions du cervelet. — SIMONELLI : Sur les fonctions des lobes médiaux du cervelet. I. Le lobe postérieur.

6° Sciences médicales

Bulletin de l'Académie de Médecine, t. LXXXVI, n° 42 (20 décembre). COUTIÈRE : Inhalations de poudres calciques et d'anhydride carbonique contre la tuberculose. — LE FILLIATRE : Présentation d'une fillette âgée de huit ans, ex-xiphopage, absolument normale. Technique employée pour la séparation de ces xiphopages. — BAYLE et MAC AULIFFE : Table de mesure des indices céphaliques et craniométriques. — ZUCCARELLI : Fièvre méditerranéenne ou de Malte en Corse. — n° 43 (27 décembre). MARTEL et GERMAIN : Le « rouge » des salaisons. Isolement de l'agent spécifique. — TUFFIER : La médecine française en Extrême-Orient. — PETIT DE LA VILLÉON : Blessures du poumon et tuberculose pulmonaire. — T. LXXXVII, n° 1 (3 janvier). LENOBLE : Le rôle de la bacillose histologique dans l'entérite tuberculeuse. — FERRY : Bradycardie et tachycardie de cause traumatique psychique par dissociation de l'antagonisme normal vago-sympathique. — BERLIOZ : Etude de l'extrait aqueux du bacille tuberculeux.

Annales de l'Institut Pasteur, t. XXXV, n° 12 (Décembre). BERTRAND et ROSENBLATT (Mme) : Recherches sur la présence du manganèse dans le règne végétal. — SCHWEIZER : Etudes sur la fermentation des cerises. — KRONGOLD-VINAUER (Mme) : Infection puerpérale et le sérum antistreptococcique préparé d'après une méthode nouvelle. — COURMONT et ROCHAIX : Vingt années de fonctionnement du service de la rage à l'Institut bactériologique de Lyon et du Sud-Est. — BROCQ-ROUSSEU, FORGEOT et URBAIN : Sur la formation des anticorps à la suite des injections de malléine. — PICADO : Anticorps expérimentaux chez les végétaux.

7° Géographie et Colonisation

Annales de Géographie, t. XXX, n° 168 (15 novembre). DEMANGEON : La répartition de l'industrie du fer en France en 1789. — COMBY : Le port de Cette. — BÉNÉVENT : Les précipitations en Norvège. — LEVAINVILLE : L'exportation des charbons américains. — PETIT : La première excursion géographique interuniversitaire belge. — MUSSET : La production de la bauxite dans le monde. — GALLOIS : Le nom de Californie et la Chanson de Roland.

LIVRES REÇUS

Tous les livres reçus par la Revue *sont signalés sous cette rubrique avec une brève indication de leur contenu, sans préjudice de l'analyse critique dont ils pourront être ultérieurement l'objet dans la partie bibliographique de la* Revue.

1° Sciences mathématiques

RICHARD (P.J.) : *Théorie mathématique des Assurances.* 2e édition. 2 vol. in-8° comprenant 725 p. avec fig. et tableaux, de l'*Encyclopédie scientifique* (Prix : brochés, 24 fr. ; cart. : 28 fr.). G. Doin, Paris, 1922.

L'auteur a refondu complètement la 1re édition et l'a divisée en deux volumes, pour pouvoir donner à certaines questions le développement qu'elles comportent et étudier des problèmes abordés jusqu'ici seulement dans de rares revues techniques.

2° Art de l'Ingénieur

GOSSOT (Général) et **LIOUVILLE** (M.) : *Balistique intérieure.* 1 vol. in-8° de 446 p. des *Grandes encyclopédies industrielles* (Prix : 40 fr.). J. B. Baillière et fils, Paris, 1922.

Cet ouvrage expose l'état actuel de la Balistique intérieure, en tenant compte de toutes les recherches et des résultats acquis pendant la guerre qui ont profondément modifié certaines conceptions antérieures.

HUGUET (L.) et **SUFFRIN-HÉBERT** (M.) : *Calculs aéro-dynamiques des avions. Lois de la résistance de l'air.* 1 vol in-16 de 120 p. avec 46 fig. de l'*Encyclopédie technique des Aide-mémoire Plumon* (Prix : 10 fr.). Ch. Béranger, Paris et Liége, 1922.

Cet aide-mémoire fournit un certain nombre de données pratiques relatives à la résistance de l'air, aux meilleures ailes, à la cellule, au vol horizontal rectiligne et à la descente planée moteur arrêté.

CORDIER (F.) : *Turbines à vapeur.* 2e édition. 2 vol. comptant 680 p. avec 183 fig. et 3 pl. (Prix : brochés, 22 fr. ; cart., 26 fr.). G. Doin, Paris, 1922.

Le tome I renferme l'étude des propriétés des divers genres de turbines, des raisons qui justifient leur emploi et des principes de leur construction. Le tome II constitue une description des turbines en usage à l'heure actuelle.

HOEHN (E.) : *Chauffages aux combustibles liquides.* 1 broch. de 29 p. avec 14 fig. (Prix : 2 fr.). Ch. Béranger, Paris et Liége, 1922.

L'auteur étudie rapidement les diverses questions relatives au chauffage par les combustibles liquides : composition, emmagasinement, brûleurs, fumées, avantages et inconvénients.

3° Sciences physiques

BARUS (C.) : *Displacement Interferometry applied to Acoustics and to Gravitation.* 1 vol. in-8° de VIII-149 p. avec 183 fig. (Prix : 2 doll. 50 cents). Publication n° 310 de la Carnegie Institution, Washington, 1921.

L'auteur a modifié le manomètre à mercure ouvert pour l'adapter aux mesures interférométriques, et il l'a appliqué à certaines recherches d'acoustique. Il a tenté d'autre part de mesurer l'accélération due à la pesanteur par d'autres procédés que les méthodes classiques.

AUGER (V.) : *Les principes de l'analyse chimique.* 1 vol. in-16 de 224 p. avec 76 fig. de la *Collection Armand Colin* (Prix : broché, 5 fr. ; cart. : 6 fr.). Librairie Armand Colin, Paris, 1921.

L'auteur a eu surtout en vue de faire ressortir que l'analyse chimique n'est pas une science purement empirique, mais qu'elle repose sur un certain nombre de principes théoriques, indispensables à connaître pour qui veut comprendre ou perfectionner les méthodes analytiques.

ROUELLE (Jean) : *La fonte (élaboration et travail).* 1 vol. in-16 de 192 p. avec 29 fig. de la *Collection Armand Colin* (Prix : broché, 5 fr. ; cart., 6 fr.) Librairie Armand Colin, Paris, 1921.

Cet ouvrage donne les principes fondamentaux, les procédés essentiels et les détails les plus importants du travail de la fonte décrits par un spécialiste de la métallurgie.

Agenda Lumière-Jougla 1922. 1 vol. in-16 de 508 p. (Prix cart. : 3 fr.). Union photographique industrielle, 82, rue de Rivoli, Paris ; Gauthier-Villars et Cie, Paris, 1922.

Cet agenda renferme une multitude de renseignements de toute nature, destinés à faciliter la tâche de tous ceux qui s'occupent de photographie.

4° Sciences naturelles

DAUZAT (Albert) : *La Géographie linguistique.* 1 vol. in-16 de 200 p. avec 7 fig. de la *Bibliothèque de Culture générale* (Prix : 4 fr. 50). Ern. Flammarion, Paris, 1922.

Cet ouvrage est divisé en 3 parties : I. Origines, but, doctrine ; II. Les phénomènes internes du langage. III. Les phénomènes externes du langage. Echanges et réaction entre les parlers.

REGELSPERGER (G.), **PELLERAY** (E.) et **FROMENT GUIEYSSE** (G.) : *L'Océanie française.* 1 vol. in-4° de 160 p. avec 6 cartes et 30 photogr. (Prix : 7 fr. 50). Edition « Notre Domaine colonial », 20, rue de Mogador, Paris, 1922.

Ce volume, qui constitue le fascicule X de la publication « Notre Domaine colonial », renferme la description de la Nouvelle-Calédonie, des Nouvelles-Hébrides et des Etablissements français de l'Océanie.

WAGUET (P.) : *Géologie agricole du Département de l'Oise.* 1 vol. in-8° de 106 p. avec fig. et 1 carte hors texte. Institut agricole, Beauvais, 1921.

Cet ouvrage indique, pour la région du département de l'Oise, les rapports qui existent entre la nature géologique du sol et du sous-sol et la production végétale et animale, et en déduit les conclusions capables de favoriser les progrès de la culture et de l'élevage.

GATTEFOSSÉ (J.) : *Voyage d'études au Maroc.* (Extrait des « Annales de la Société botanique de Lyon ».) 1 vol. in-8° de 37 p. avec 20 pl. Société botanique, 1, place d'Albon, Lyon, 1921.

Le but du voyage de l'auteur était la recherche et l'étude de toute plante aromatique susceptible d'un usage industriel pour l'obtention de matières premières pour la parfumerie.

PERROT (Em.) et **GENTIL** (L.) : *Sur les productions végétales du Maroc. La constitution du sol marocain et les influences climatologiques.* 1 vol. in-8° de 170 p. avec 1 carte et 10 pl. (Prix : 25 fr.). Larose, 11, rue Victor-Cousin, Paris, 1921.

Ce volume renferme le Rapport de la Mission de MM. Perrot et Gentil entreprise en vue de reconnaître les possibilités immédiates ou lointaines du Maroc dans la production des plantes utiles aux industries de la droguerie et de la parfumerie ; on y trouvera, en outre, des notes complémentaires de MM. Maire et Gattefosé et de Mme Dufougeré.

BIANCHI (L.) : *La Mécanique du cerveau et la fonction des lobes frontaux.* Traduit par les Drs COLLIN et SANGUINETTI. Préface de M. Ch. RICHET. 1 vol. in-8° de 454 p. avec 62 fig. (Prix : 35 fr.) L. Arnette, 2, rue Casimir-Delavigne, Paris, 1921.

Ce volume résume les résultats de 30 années d'observations cliniques et d'expériences de l'auteur qui l'ont amené à établir un plan d'ensemble de la mécanique du cerveau et à montrer comment les fonctions cérébrales collaborent pour l'élaboration des sentiments les plus élevés et des idées supérieures.

ARMITAGE (F. P.) : *Diet and Race. Anthropological Essays.* 1 vol. in-8° de 144 p. avec 7 fig. (Prix cart. : 7 sh. 6 d.). Longmans, Green and Co., Londres, 1922.

Dans cet ouvrage, l'auteur cherche à établir une relation entre le régime et les caractéristiques raciales (physique, couleur, forme du crâne).

5° Sciences diverses

BOLL (M.) : *La Science et l'esprit positif chez les Penseurs contemporains.* 1 vol. in-16 de 202 p. de la collection : « *Les questions actuelles* » (Prix : 8 fr.). Librairie Félix Alcan, Paris, 1921.

Cet ouvrage constitue un tableau des principales tendances philosophiques qui prennent pour base les données de la Science, et en même temps une critique de celles qui croient pouvoir s'appuyer sur d'autres données que ces dernières.

SOMMAIRES DES JOURNAUX SCIENTIFIQUES

1° Périodiques généraux

Proceedings of the National Academy of Sciences of the U. S. of America (Easton, Pa.), t. VII, n° 10 (Oct.). KEMBLE : L'évaluation des intégrales de quantum. — MILLIKAN : La nouv. extension du spectre ultraviolet et la progression avec le nombre atom. des spectres des éléments légers. — WIENER : La moyenne d'une fonctionnelle analyt. et le mouvement brownien. — BRIDGMAN : Mesures de la déviation de la loi d'Ohm chez les métaux sous de hautes densités de courant. — HILLE : Une égalité intégrale et ses applications.

Journal of the Washington Academy of Sciences (Easton), t. XI, n° 21 (19 déc.). BARTSCH : Clef des mollusques terrestres operculés philippins du genre *Ceratopoma*. — COBB : Les *Marionella* (*Eurystoma* Marion. 1870).

Journal of the Franklin Institute (Philadelphie), t. CXCIII, n° 1 (Janv.). MODJESKI : Le pont de la rivière Delaware, entre Philadelphie et Camden. — AMES : La recherche aéronautique. — ALLEN : Aspects chim. du volcanisme, avec une collection d'analyses des gaz volcaniques. — LEFFMANN : Quelques applic. du microscope dans la recherche. — CREIGHTON : Concentr. électrolyt. des sol. aq. d'ac. nitrique. I. — HEISING : Télégraphe imprimant par t. s. f.

Annaes scientificos da Academia polytechnica do Porto, t. XIV, n° 3. TURRIERE : Sur une transformation des courbes du complexe linéaire. — GONÇALO SAMPAIO : Observations sur quelques plantes. — MENDES CORRÊA : Ethnologie ibérique.

Archives des Sciences physiques et naturelles, 5e période, vol. III (Novembre-Décembre). SCHIDLOF : Les bases logiques de la théorie de relativité généralisée. — MERCIER : Electromètre sous pression (note concernant le fonctionnement et le mode d'emploi de l'aiguille). — RIVIER : Sur une classe importante de jeux de combinaisons. — GAUTIER et ROD : Observations météorologiques faites aux fortifications de Saint-Maurice pendant l'année 1920.

The Philippine Journal of Science (Manille), t. XIX, n° 2

TOUS LES PRODUITS
TOUS LES APPAREILS
TOUTES LES IDÉES

CONCERNANT

LE

LABORATOIRE

ÉTUDE
et Construction d'Appareils scientifiques

• INSTALLATIONS ET FOURNITURE •
pour Laboratoires

ÉTABLISSEMENTS
MORLOT-MAURY & PILOT RÉUNIS

Fondés en 1868 — 11, rue Blainville, PARIS-Ve (Panthéon)
Tél. GOB. 47-64

René PIETERS Sr
Rédacteur-Fondateur
de

Fournisseur de :
La Faculté des Sciences de Paris
et de Médecine de Paris
Ministère de l'Instre publique
Ecole normale supre,
Institut Pasteur, etc.

L'ARGUS des SCIENCES
Mensuel gratuit
TRIBUNE DE CONSULTATIONS
industrielles
Lien technique des Echanges
d'Idées ou d'Appareils
entre les Laboratoires
Publie les disponibles
Renseigne, Garantit

Catalogue sur demande :
Chimie. — Physique
Fournitures industrielles
OUTILLAGE
Biologie, Microbiologie
Physiologie

MICROSCOPES V.M.M.

PRÉPARATIONS COLLOÏDALES

(Métaux Colloïdaux électriques à petits grains.
Colloïdes électriques et chimiques de métalloïdes ou de dérivés métalliques)

Electrargol	(Argent)	**Electroplatinol** . . .	(Platine)
Electromartiol. . . .	(Fer)	**Electrorhodiol** . . .	(Rhodium)
Electraurol	(Or)	**Electriridiol**.	(Iridium)
Electr-Hg	(Mercure)	**Electropalladiol** . .	(Palladium)
Electrocuprol . . .	(Oxyde de cuivre)	**Thiarsol**.	(Sulfure d'arsenic)
Electrosélénium. . .	(Sélénium)	**Collothiol**	(Soufre)

Obtenues par la méthode chimique ou par la méthode physique (électrique), les solutions colloïdales sont constituées par la suspension en milieu liquide d'une infinité de grains ultramicroscopiques, animés du mouvement brownien et présentant une charge électrique de signe défini. Grâce à la grande surface de ces grains, les colloïdes présentent un énergique pouvoir catalytique et fermentaire.

Les colloïdes possèdent d'importantes propriétés biologiques, bien étudiées depuis que l'on sait le rôle des colloïdes naturels dans la physiologie normale. Injectés à l'homme ou aux animaux, ils augmentent les oxydations et les échanges nutritifs, ils stimulent la défense contre les toxines et les fonctions d'élimination, ils provoquent un mouvement leucocytaire très marqué.

Les colloïdes sont d'un usage thérapeutique courant : les métaux (type : Electrargol) sont des médicaments antiinfectieux de premier ordre (toutes maladies infectieuses) ; on emploie certains colloïdes comme spécifiques (Electr-Hg — Electrosélénium — Electrocuprol — Electromartiol — Collothiol)

Les Laboratoires Clin préparent tous les colloïdes qu'il est possible d'obtenir dans l'état actuel de la science.

Pour l'expérimentation thérapeutique ou les usages de laboratoire, les Laboratoires Clin délivrent des préparations colloïdales pures, à constantes physiques définies.

Laboratoires CLIN, 20, rue des Fossés-Saint-Jacques, PARIS

Touristes!!! dans vos excursions emportez le VÉRASCOPE RICHARD

BREVETÉ S. G. D. G.

Quel que soit le temps, vous ferez d'admirables photographies

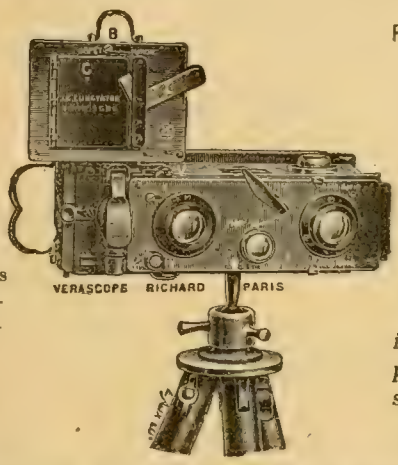
10, RUE HALÉVY (OPÉRA)

Le Vérascope est

ROBUSTE
PRÉCIS
PARFAIT
ÉLÉGANT

Les explorateurs, les coloniaux, les missionnaires, les alpinistes, les touristes, les amateurs proclament hautement que le Vérascope est la

Merveille photographique



FORME CORRECTE
GRANDEUR EXACTE
PERSPECTIVE JUSTE
COULEUR VRAIE

Nouveauté!

MAGASIN POUR PELLICULES EN BOBINES

BREVETÉ S. G. D. G:

interchangeable avec le magasin pour plaques et se chargeant instantanément en plein jour.

Pour les débutants le GLYPHOSCOPE

pour plaques 45 × 107 a les qualités fondamentales du **Vérascope**

Demander les Notices illustrées, envoyées franco : 25, RUE MÉLINGUE, PARIS

Exposition et vente de dispositifs vérascopiques : 7, rue Lafayette (près l'Opéra)

Ancienne Maison CH. VERDIN, ✻, Q, ✠

G. BOULITTE, Succr

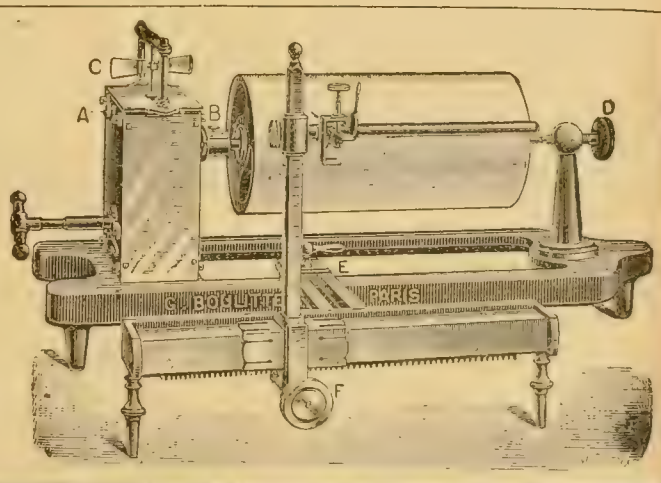
Ingénieur-Constructeur à PARIS

15 à 21, rue Bobillot, PARIS (13e)

(anciennement 7, rue Linné)

Appareils de précision pour la PHYSIOLOGIE et la MÉDECINE

ENREGISTREURS, MOTEURS ÉLECTRIQUES A VITESSE CONSTANTE, CHRONOGRAPHES, CHRONOSCOPES, SIGNAUX ÉLECTROMAGNÉTIQUES DE M. DEPREZ, ÉLECTRODIAPASONS, MANOMÈTRES, DYNAMOMÈTRES, SPHYGMOGRAPHES, ETC.



(Août). LEE : La lutte contre le cancer du citron. — SCHEERER : Textes Kalinga du groupe Balbalasang-Ginaang. — WILEMAN : Lépidoptères japonais et leurs larves. VI — SMITH : Anciens habitants des cavernes de Batwaan, Masbate (Iles Phil.). — WHARTON : L'*Opisthorchis wardi*, nouv. espèce de ver du foie chez le chat aux Philippines. — LIGHT : Notes sur les Alcyonnaires philippins. VI.

2° Art de l'Ingénieur

Bulletin officiel de la Direction des Recherches scientifiques et industrielles et des Inventions, n° 26 Déc. 1921. BOULANGER : Applic. des cuirs de zebus aux usages industr. (*suite*). — DUGIT et BARBILLION : Mesure de la dérive à bord d'un aéronef. — MARIE : Quelques expér. sur la siliciuration superfic. du fer — BREUIL : Contrib. à l'étude des colles et des collages pour bois. — Porte-lampe électr. amortisseur Hermet.

Journal of the Royal Society of Arts (Londres), t. LXX, n° 3608 (13 janv.). CAMMAERTS : La littérature et les relations internat. — N° 3609 (20 janv.). BEAUPRÉ-TOWNLEY : Le commerce avec les Indes orientales néerlandaises.

Revue universelle des Mines, de la Métallurgie, des Travaux publics (Liége), 6e sér., t. XII, n° 1 (1er janv.). MAGNEL : Rech. expérim. sur le coeffic. d'élasticité du béton. — LAMALLE : Note sur la classific. decimale. — HUBERT : Développ. de l'énergie hydro-électr. aux chutes du Niagara. — HOUBAER : Les accords de Wiesbaden. — DEFIZE : Les commissions d'étude des combustibles. — GILARD : Le verre de quartz (*suite*). — N° 2 (15 janv.). LYKIARDOPOULO : Les mines de potasse d'Alsace. — DEFIZE : *Id.* (*suite*). — LEPERSONNE : Note sur les aciers au Mo. — LEDRUS : Les spectres des rayons X. — GILARD : *Id.* (*suite*).

3° Sciences physiques

Le Journal de Physique et le Radium, t. II, n° 12 (Décembre). VAN LEEUWEN : Problèmes de la théorie électronique du magnétisme. — MUND : Expériences sur la repartition des dépots actifs de l'émanation du radium sous l'action d'un champ électrique. — PAUTHENIER : Sur la constante de Kerr des liquides conducteurs. — DE MALLEMANN : Remarques sur les prismes à déviation constante.

Communications from the Physical Laboratory of the University of Leiden, supplém. n° 44. ONNES : I. Le paramagnétisme aux basses températures considéré au point de vue de la constitution des aimants élémentaires et de l'action qu'ils

subissent de la part de leurs porteurs. II. Les superconducteurs et le modèle de l'atome de Rutherford-Bohr. — EHRENFEST : Note sur le paramagnétisme des solides. — KEESOM : Sur les déviations de la loi de Curie de l'oxygène liquide.

Scientific Papers of the Bureau of Standards (Washington), n° 413 (15 juillet 1921). COBLENTZ : Une thermopile à vide portative. — N° 414 (1er août). MEGGERS : Mesures d'interférence dans les spectres de Ar, Kr et Xe. — N° 415 (10 août). KARRER : Emploi de la sphère d'Ulbricht dans la mesure des facteurs de réflexion et de transmission. — N° 416 (15 août). CLARK : Préparation du galactose. — N° 418 (29 août). COBLENTZ : Rech. spectro-radiométr. sur la transmission de diverses subst. II. — N° 423 (15 nov.). PURINGTON : Fonctionnem. du tube modulateur dans les circuits radiotéléphon.

Recueil des Travaux chimiques des Pays-Bas, t. XLI, n° 1 (15 janvier). SCHOORL et REGENBOGEN (Mlle) : Le système eau-alcool-chloroforme. La miscibilité des trois constituants en diverses proportions et quelques applications pratiques qui s'en déduisent. — ID. et WEERD : Le système acétanilide-eau. — VAN DER BURG : Sur la préparation de l'acide acrylique et de quelques-uns de ses dérivés. — MATTAAR : Sur le remplacement de l'halogène dans le 1 chloro-2-nitro-4-cyanobenzène et le 1-bromo-2-nitro-4-cyanobenzène. — VAN ROMBURGH : Sur les dérivés nitrés de benzidines alkylées. — SCHONEBAUM : L'action de l'ozone sur des solutions pures de glycose, de fructose et de saccharose. — LYNST ZWIKKER : Sur la constitution des polysaccharides. — KOLTHOFF : L'erreur de sel des indicateurs colorants.

Bulletin de la Société de Chimie de Roumanie, t. III, n° 3 et 4 (Juillet-Octobre). MINOVICI et IONESCU : Nouvelle méthode pour le dosage volumétrique du cuivre. — IONESCU : Contribution à l'étude des intoxications par le chlorure de baryum. — ID. : Sur le chimisme des glycosuries diabétiques. — CROZEA : Procédé pratique pour la décoloration du salicylate de méthyle, devenu ferrugineux par suite de sa conservation dans des récipients en fer.

The Journal of the American chemical Society (Easton, Pa.), t. XLIII, n° 10 (Oct.). DENNIS et PAPISH : Le germanium. I. Extraction d'oxyde de Zn germanifère. — PATRICK et GRIMM : Chaleur de mouillage du gel de silice. — FERGUSON et FRANCE : Les nombres de transport de l'ac. sulfurique déterm. par la méth. de la pile de concentr. — ID. et ID. : Infl. de la gélatine sur les nombres de transport de l'ac. sulfurique. — HILDEBRAND et JENKS : Solubilité. VII. Relations de solubilité du S rhombique. — WILSON et MC CROSKY : Transform. polymorphes du trisulfure de Sb. — PEASE et TAYLOR : Réduction de CuO par H. — LAMB et SIMMONS : Chaleurs de sol. et de transform. des acido- et aquo-cobaltopentammines. — CHRISTIANSEN : Relation entre le mode de synthèse et la toxicité de l'arsphénamine et comp. voisins. — COLEMAN et NOYES : Chlorurations et formation de chloramines par le moyen du trichlorure d'azote. — LEWIS et HAMILTON : La 7-chloro-7 : 12-dihydro-γ-benzophénarsazine et quelques-uns de ses dér. — KAMM et WALDO : L'éther ββ'-dichloro-diéthylique, homologue oxygéné du gaz moutarde. — KAMM et NEWCOMB : Les éthers γγ'-dihalogénodipropyliques. — DAVIS : Act. de l'eau ammoniacale sur la dicyanodiamide. — ID. : Prépar. du nitrate de guanidine. — KHARASCH : Méth. indirecte de prépar. des dér. organ. de Hg et méth. de liaison du C au C. — BRUNKOW, PETERSON et FRED : Infl. de certains facteurs sur la compos. chim. de la choucroute. — JOHNSON et ADAMS : L'ac. 2-phényl-quinoline-4-carboxylique-6-arsonique.

4° Sciences naturelles

Comptes rendus de la Société de Biologie, t. XXXVI, n° 1 (7 janvier). BARDIER, DUCHEIN et STILLMUNKÈS : Remarques sur la glycosurie caféinique — ID., ID. et ID. : Sympathique et glycosurie caféinique. — BOUVEYRON : Action déchaînante et action désensibilisante de la tuberculine dans sept cas d'asthme. — CHAUFFARD, BRODIN et GRIGAUT : Teneur en acide urique des hématies. — DUVAL et PORTIER : Limite de résistance au froid des chenilles de *Cossus cossus*. — FAURÉ-FRÉMIET : Echanges respiratoires des œufs de *Sabellaria alveolota* L. au cours de la segmentation ou de la cytolyse. — FERNBACH et SCHŒN : L'acide pyruvique dans la fermentation alcoolique. — KOLLMANN : Régénération caudale chez les Batraciens. Le pouvoir régénérateur aux différents niveaux. — NICOLAS : Sur la gélification des sérums par l'aldéhyde formique. — RICHAUD : Sur la teneur en adrénaline des capsules surrénales, déterminée par la méthode chimique et par la méthode physiologique. — TARGOWLA : Sur une réaction simple de précipitation du liquide céphalorachidien : réaction à l'élixir parégorique. — THOMAS et BINETTI : Etude de la variation du pouvoir réducteur des sérums normaux et cancéreux, en présence d'extraits de tumeurs. — URBAIN : Sensibilisatrice due à la Bactéridie charbonneuse. — WEIL, BOCAGE et COSTE : Etats hémorragipares, temps de saignement et hématoblastes. — CRAMPON : Recherche du bacille de Koch dans le sang des tuberculeux. — DUVILLIER, COMBEMALE et BULTEAU : Etude expérimentale de l'action de la spartéine sur la circulation. — LAGUESSE : Sur les lamelles du tissu conjonctif, à propos d'un récent mémoire de Dominici. — WERTHEIMER et DUBOIS : Sur les fonctions des vésicules séminales de quelques rongeurs. — ARLOING, CADE et BOCCA : Contribution à l'étude expérimentale de la sécrétion gastrique chez le chien. — ID, ID. et ID. : Etude expérimentale de l'influence de l'atropine (en injection et en ingestion) sur la sécrétion gastrique du chien. — CLUZET et KOFMAN : Etude ultra-microscopique de l'action des rayons X sur les colloïdes métalliques. — MIRANDE : Sur la présence d'un alcaloïde dans l'*Isopyrum fumarioïdes* L. Etude de ses réactions micro-chimiques et de ses localisations. — RANQUE et SENEZ : Sur une technique de réaction de fixation du complément dans la tuberculose. — ID. et ID. : Unité de mesure exacte dans la réaction de fixation du complément. — ROUSLACROIX : Réactions de fixation avec l'antigène tuberculeux de Besredka. — N° 2 (14 janvier) CESARI et LÉVY-BRUHL : Sur l'activité de divers extraits alcooliques d'organes pouvant être utilisés, en guise d'antigène, dans le séro-diagnostic de la syphilis. — GROER : Influence des actions pharmacodynamiques sur les dermoréactions inflammatoires. — LEVADITI et NICOLAU : Action du formol sur les propriétés du sérum hémolytique. — ROGER et BINET : Le pouvoir lipolytique du sang et des tissus. — ROMIEU : Sur l'existence d'une membrane cellulaire et sur ses caractères dans les globules rouges des Polychètes. — SLONIMSKI et ZWEIBAUM : Sur quelques conditions de la coloration vitale des Infusoires. — TEISSIER, GASTINEL et REILLY : La transmission du virus herpétique au rat blanc. — ID., ID. et ID. : Présence d'un virus kératogène dans les herpès symptomatiques. L'unité des herpès. — ATHANASIU, MARINESCO et VLADESCO : Sur la force dynamique et la force statique des muscles chez les parkinsoniens. — DANIÉLOPOLU et CARNIOL : Action cardiovasculaire de l'ésérine chez l'homme normal. — ID. et ID. : Action de l'ésérine chez les vagotoniques et les sympathicotoniques. — MARINESCO, RADOVICI et RASCANU : La période latente et le phénomène de la sommation dans les réflexes d'automatisme médullaire chez l'homme.

5° Sciences médicales

Bulletin de l'Académie de Médecine, t. LXXXVII, n° 2 (10 janvier). HARTMANN : Sur un travail de M. le Dr Fenton B. Turck, sur les réactions biologiques des extraits de tissus (cytost) dans la production des maladies aiguës et chroniques. — MARTIN : Sur les demandes en autorisation de fabriquer et de vendre des sérums et vaccins. — ACHARD, BINET et LANGE : Modifications de la ventilation pulmonaire pendant et après la marche chez l'homme normal et chez le malade. — TORKOMIAN : Un cas d'exocardie. — n° 3 (17 janvier). LINOSSIER : La réforme de l'enseignement secondaire et l'hygiène. — LOIR et LEGANGNEUX : Utilité de la vaccination contre la fièvre typhoïde. — ROUSSY : Mécanique animale. Métrostatique anatomique. Mesure de la surface cutanée du cheval par la loi géométrique de la surface cutanée de l'homme. — PROU : Essai de tonométrie des liquides gastriques de jeûne.

Bulletin mensuel de l'Office international d'Hygiène publique, t. XIII, n° 11 (Nov.). Le charbon transmis par les blaireaux à barbe, et les sources de l'infection charbonneuse chez l'homme. — JITTA : Note sur l'infection charbonneuse dans les Pays-Bas. — CARNWATH : L'incidence et la prophylaxie du charbon dans le Royaume-Uni. — BEUTZEN : Le charbon en Norvège. — BUCHANAN : Les conditions sanitaires des équipages à bord des navires marchands en Angleterre.

Annales de l'Institut Pasteur, t. XXXV, n° 12 (Décembre). BERTRAND et ROSENBLATT (Mme). Recherches sur la présence du manganèse dans le règne végétal. — SCHWEIZER : Etude sur la fermentation des cerises. — KRONGOLD-VINAVER (Mme) : Infection puerpérale et le sérum antistreptococcique préparé d'après une méthode nouvelle. — COURMONT et ROCHAIX : Vingt années de fonctionnement du Service de la rage à l'Institut bactériologique de Lyon. — BROCQ-ROUSSEU, FORGEOT et URBAIN : Sur la formation des anticorps à la suite des injections de malléine. — PICADO : Anticorps expérimentaux chez les végétaux.

Bulletin de l'Institut Pasteur, t. XIX, n° 24 (30 décembre). NICOLLE : Etat de nos connaissances d'ordre expérimental sur le trachome. — T. XX, n° 1 (15 janvier). BESREDKA : De la vaccination contre le choléra.

6° Géographie et Colonisation

La Géographie, t. XXXVI, n° 5 (Décembre). FROIDEVAUX : Alfred Grandidier. — GAUTIER : Structure de l'Algérie. — DURANDIN : La production du pétrole dans le monde (données numériques).

The Scottish Geographical Magazine (Edimbourg), t. XXXVIII, n° 1 (16 janv.). GILLETTE : Essai de géographie historique de la région des terres noires de la Russie centrale. — HOGARTH : Géographie appliquée. — GAULD : Le Galloway. — CHISHOLM : Géographie du commerce du monde.

INFORMATIONS

« **Science et Civilisation.** » — Depuis quelques années, les collections d'ouvrages qui se proposent de mettre le grand public au courant des résultats obtenus dans les divers ordres de la connaissance, scientifique ou autre, se multiplient, et c'est une entreprise un peu hardie que tente aujourd'hui la maison d'édition Gauthier-Villars et Cie en nous dotant d'une nouvelle série d'ouvrages de ce genre, publiés sous la direction de M. Maurice Solovine sous le titre : « *Science et Civilisation. Collection d'Exposés synthétiques du savoir humain* ».

Le premier volume qui vient de paraître : *Electricité et matière*, dû à la plume de l'illustre physicien anglais sir J. J. Thomson, la liste des collaborateurs qu'a déjà su réunir M. Maurice Solovine et parmi lesquels nous notons les noms de MM. Bigourdan, Langevin, Urbain, Deslandres, Bezançon, H. Gauthiers-Villars, Thoulet, Rabaud, Clouard, etc..., sont pourtant d'un heureux présage et nous montrent que *Science et Civilisation* désire se maintenir sur un terrain particulièrement élevé et former une bibliothèque de culture générale, dans le meilleur sens du terme.

Elle compte aborder tous les domaines où s'exerce l'activité de l'esprit humain. Les problèmes scientifiques et philosophiques, les lettres et les arts, les questions économiques et sociales, et tout ce qui gravite autour de ces principaux noyaux du savoir humain, y seront traités. Les sujets cependant ne seront pas empruntés uniquement au présent, les civilisations et les institutions du passé, qui sont si instructives et qui exercent un si puissant attrait sur les âmes — puisqu'elles résument les aspirations et les expériences des générations disparues — y figureront également.

Nous souhaitons le meilleur succès à la nouvelle collection, dont la *Revue* analysera successivement les diverses productions.

Aux océanographes. — Au cours de la réunion internationale des sections d'*Océanographie physique et biologique*, tenue à Paris du 9 au 14 janvier 1922, on a décidé d'éditer un répertoire de toutes les personnes qui, dans chaque pays, s'intéressent aux sciences de la mer.

Il s'agit d'organiser entre elles une base de relations scientifiques, de faciliter leurs échanges de publications et de favoriser ainsi leurs travaux.

Afin d'établir le plus promptement possible la liste des savants français intéressés, ceux-ci, et notamment les *mathématiciens, physiciens, chimistes, biologistes, industriels*, dont les travaux se rapportent de près ou de loin aux sciences de la mer, sont priés d'envoyer le plus tôt possible leurs nom, prénom, fonction, adresse, spécialité, au Professeur L. Joubin, Institut Océanographique, 195, rue Saint-Jacques, Paris (Ve).

LIVRES REÇUS

Tous les livres reçus par la Revue *sont signalés sous cette rubrique avec une brève indication de leur contenu, sans préjudice de l'analyse critique dont ils pourront être ultérieurement l'objet dans la partie bibliographique de la* Revue.

1° Sciences mathématiques

ANDOYER (H.) : *L'œuvre scientifique de Laplace.* 1 vol. petit in-16 de 162 p. de la *Collection Payot* (Prix cart. : 4 fr.). Payot et Cie, Paris, 1922.

L'auteur analyse sommairement l'œuvre de Laplace, assez largement pour y intéresser tous les lecteurs, dans sa double orientation vers les conséquences du principe de la gravitation universelle et le développement du calcul des probabilités.

CARSLAW (H.S.) : *Introduction to the theory of Fourier's Series and Integrals.* 2e édition. 1 vol. in-8° de XI-323 p. avec 37 fig. (Prix cart. : 20 sh.). Macmillan and Co., Londres, 1921.

CARSLAW (H.S.) : *Introduction to the mathematical theory of the conduction of heat in solids.* 2e édition. 1 vol. in-8° de XII-268 p. avec 23 fig. (Prix cart. : 30 sh.). Macmillan and Co., Londres, 1921.

Ces deux ouvrages, dont la première édition formait un seul et même volume, constituent maintenant deux œuvres séparées, mises au courant des dernières recherches. Le premier expose la théorie des séries et des intégrales de Fourier, le second son application à la solution du problème de la conduction de la chaleur dans les solides.

PICARD (Em.) : *La théorie de la relativité et ses applications à l'Astronomie.* 1 broch. in-16 de 27 p. (Prix : 1 fr. 75). Gauthier-Villars et Cie, Paris, 1922.

L'auteur trace une esquisse historique et critique de la théorie moderne de la Relativité en vue d'en indiquer les applications à l'Astronomie.

Procès-verbaux des séances du Comité international des Poids et Mesures (session de 1921). 1 broch. in-8° de 112 p. Gauthier-Villars et Cie, Paris, 1921.

2° Sciences physiques

THOMSON (Sir J.J.) : *Electricité et matière.* Traduction de M. M. SOLOVINE. Préface de M. P. LANGEVIN. 1 vol. in-12 de X-132 p. avec 1 portrait et 19 fig. de la collection : *Science et Civilisation* (Prix : 6 fr. 50). Gauthier-Villars et Cie, Paris, 1922.

L'auteur expose ici, d'une manière simple et originale à la fois, les problèmes fondamentaux auxquels il a consacré la plus grande partie de ses recherches.

GANDILLOT (Maur.) : *Ether ou Relativité.* 1 broch. in-16 de XIV-84 p. (Prix : 4 fr. 50). Gauthier-Villars, Paris, 1922.

L'auteur montre comment la Physique éthérienne peut expliquer les mêmes phénomènes que la Relativité généralisée, mais par des procédés radicalement différents, sans modifier en quoi que ce soit ni les principes, ni la conception du temps, ni les règles traditionnelles du sens commun.

LÉMERAY (E. M.) : *L'éther actuel et ses précurseurs.* Préface de M. L. LECORNU. 1 vol. in-16 de 141 p. de la collection : *Actualités scientifiques* (Prix : 6 fr.). Gauthier-Villars et Cie, Paris, 1922.

L'auteur expose d'une part ce qu'on entendait sous le nom d'éther depuis l'antiquité jusqu'à Huygens et Fresnel et leurs successeurs, et d'autre part la signification entièrement nouvelle qu'Einstein a donnée à ce mot.

GUYE (Ch. Eug.), **RATNOWSKY** (S.) et **LAVANCHY** (Ch.) : *Vérification expérimentale de la formule de Lorentz-Einstein.* 1 broch. in-4° de 92 p. avec 3 pl. et 11 fig. A. Kundig, Genève, 1921.

Exposé des expériences des auteurs, faites au Laboratoire de Physique de l'Université de Genève, qui leur ont permis de vérifier avec une très grande exactitude la formule de Lorentz-Einstein relative à la variation de l'inertie en fonction de la vitesse.

Les Actualités de Chimie contemporaine, publiées sous la direction de M. A. HALLER. 1re série. 1 vol. in-16 de VIII-324 p. avec fig. (Prix : 10 fr.). G. Doin, Paris, 1922.

Ce volume reproduit une série de conférences de MM. Cornubert, Florentin, Mailhe, Bourquelot, Martinet, Nœlting, Sommelet et Delépine, faites au Laboratoire de M. Haller et précédemment parues dans la *Revue générale des Sciences.*

MARDEN (J. W.) et **RICH** (M.N.) : *Investigations of zirconium with especial reference to the metal and oxide* (Bulletin 186 du Bureau of Mines). 1 vol. in-8° de VI-152 p. avec 3 fig. et 2 pl. (Prix : 25 cents). Government Printing Office, Washington, 1922.

Revue historique complète de tous les travaux concernant le zirconium, et recherches particulières des auteurs sur ce métal et ses composés, effectuées au Bureau américain des Mines. Bibliographie de 443 numéros.

MITZAKIS (Marcel) : *The Oil Encyclopedia.* 1 vol. in-8° de 551 p. (Prix cart. : 21 sh.). Chapman and Hall, Londres, 1922.

Sous forme de dictionnaire, l'auteur donne une grande quantité de renseignements concernant l'industrie du pétrole, ses gisements, les compagnies d'exploitation, etc.

3° Sciences naturelles

BOUCHIÉ DE BELLE (Edm.) : *La Macédoine et les Macédoniens.* Préface de J. BAINVILLE. 1 vol. in-18 de 303 p. (Prix : 7 fr.). Librairie Armand Colin, Paris, 1922.

L'auteur a voulu marquer le caractère des peuples en présence, démêler leurs intérêts et montrer ce que vaut en Macédoine le principe des nationalités. De l'étude économique du pays, il dégage les conditions de sa prospérité.

CARNOY (Albert) : *Les Indo-Européens. Préhistoire des langues, des mœurs et des croyances de l'Europe.* 1 vol. in-12 de 256 p. (Prix : 7 fr.). Vromant et Cie, 3, rue de la Chapelle, Bruxelles ; 37, rue de Lille, Paris, 1921.

L'auteur a essayé de reconstituer dans la mesure du possible la vie matérielle et morale des Indo-Européens.

CLEMENTS (Fred. E.) : *Aeration and air-content. The rôle of oxygen in root-activity.* 1 vol. gr. in-8° de 183 p. (Prix : 2 doll.). Publication 315 de la Carnegie Institution, Washington, 1921.

Etude des relations de l'oxygène avec l'activité des racines à trois points de vue : respiration et oxygène, xérophytes de la tourbe et sols acides, exsudats toxiques et toxines du sol.

HALL (H.M.) et **LONG** (F.L.) : *Rubber-content of North American plants.* 1 vol. in-8° de 65 p. avec 3 pl. (Prix : 1 doll.). Publication n° 313 de la Carnegie Institution, Washington, 1921.

Examen de 225 espèces de plantes nord-américaines au point de vue de leur teneur en caoutchouc. Informations sur les relations écologiques, la distribution géographique et les besoins culturaux des principales d'entre elles.

TREADWELL (A.L.) : *Leodocidæ of the West Indian region.* 1 vol. in-4° de IV-131 p. avec 467 fig. et 9 pl. (Prix : 7 doll. 50 cents). Publication 233 de la Carnegie Institution, Washington, 1921.

Etude taxonomique des *Leodocidæ* (*Eunicidæ*) des Indes occidentales, d'après une comparaison des vastes collections de divers musées américains.

PRENANT (M.) : *Recherches sur le parenchyme des Plathelminthes.* Fascicule 5 des « Archives de Morphologie générale et expérimentale ». 1 vol in-8° de 175 p. avec 11 fig. et 8 pl. dont 2 en couleurs (Prix : 22 fr.). G. Doin, Paris, 1922.

Ce travail est divisé en 3 parties : détermination de la structure générale du parenchyme ; étude de divers types cellulaires reconnus soit dans le parenchyme, soit dans le sang des Némertiens ; conclusions générales.

4° Sciences médicales

PORAK (R.) : *Les glandes surrénales et l'hypophyse. Clinique*

et thérapeutique. Préface du Prof. H. Roger. 1 vol. in-8° de 110 p. (Prix : 7 fr.). G. Doin, Paris, 1922.

Ce volume est une mise au point de quelques questions d'endocrinologie, où l'auteur fait marcher parallèlement l'expérimentation, la clinique et la thérapeutique.

5° Sciences diverses

GOBLOT (Edm.) : *Le système des sciences : le vrai, l'intelligible et le réel*. 1 vol. in-18 de 259 p. (Prix : 7 fr.). Librairie Armand Colin, Paris, 1922.

La nature de la science humaine, ses divisions, leurs limites respectives, l'ordre et les raisons de leur dépendance logique, enfin les limites générales du connaissable sont étudiées par l'examen des sciences elles-mêmes, de leurs résultats acquis et de l'orientation de leurs recherches.

BOLL (Marcel) : *Attardés et précurseurs. Propos objectifs sur la métaphysique et sur la philosophie de ce temps et de ce pays*. 1 vol. in-16 de 280 p. (Prix : 7 fr. 50). E. Chiron, 40, rue de Seine, Paris, 1922.

Critique des philosophies de Bergson et de Boutroux et essai de construction d'une philosophie basée uniquement sur le déterminisme physico-chimique.

MACDONALD (J. Ramsay) : *Le Socialisme et la Société*. Traduit de l'anglais par L. N. Le Roux. 1 vol. in-18 de 283 p. de la *Bibliothèque de Philosophie scientifique* (Prix : 7 fr. 50). Ern. Flammarion, Paris, 1922.

Exposé de la doctrine socialiste, présentée comme en rapport avec les lois de l'évolution organique et comme un programme constructif pour passer de l'ordre établi à l'Etat socialiste sans arrêter le fonctionnement du mécanisme de la Société actuelle.

SOMMAIRES DES JOURNAUX SCIENTIFIQUES

1° Périodiques généraux

Proceedings of the National Academy of Sciences of the U. S. of America (Easton, Pa.), t. VII, n° 11 (Nov.). Loeb : Les mobilités des électrons. — Reed : Méth. pour obtenir des constantes pour les formules de croissance organique. — Blichfeldt : Les solutions approchées en nombres entiers d'une série d'équations linéaires. — Flexner et Amoss : Base physique de l'Epidémiologie.

Journal of the Washington Academy of Sciences (Easton, Pa.), t. XII, n° 1 (4 janv.). Williamson : Note mathémat. sur le recuit du verre. — Schaller : La gillespite, nouv. minéral. — Kendall et Crawford : Note sur une valve spirale chez un poisson téléostéen, l'*Argentina silus*, et discussion de quelques caractères squelettiques et autres.

The Philippine Journal of Science (Manille), t. XIX, n° 3 (Sept.). Maxwell : La filariase en Chine. — Merrill : Revue des espèces nouv. de plantes proposées par Burman dans sa Flora indica.

2° Astronomie

The Observatory (Londres), t. XLV, n° 572 (Janv.). Butler : Particularités des spectres du type M avec lignes brillantes.

3° Art de l'Ingénieur

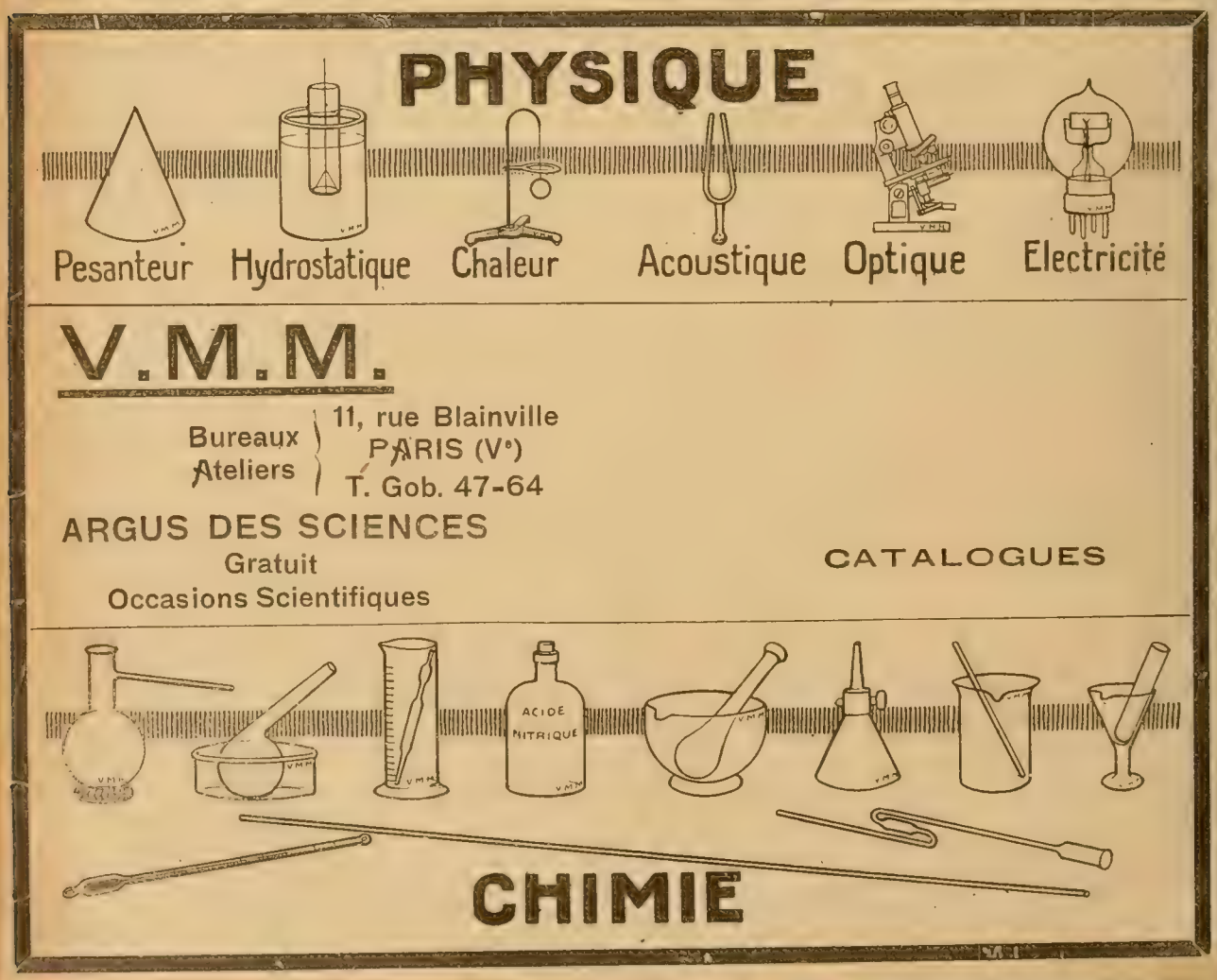
Journal of the Royal Society of Arts (Londres), t. LXX, n° 3610 (27 janv.). Huxley : Récents progrès de la théorie biolog. du sexe. — N° 3611 (3 févr.). Huxley : *Id. (fin)*. — N° 3612 (10 févr.). Edmunds : La photosculpture.

The Technology Reports of the Tohoku Imperial University (Sendai, Japon), t. II, n° 2. Satow : Rech. sur l'huile et les protéides extraits des graines de Soja. — N° 3. Miyagi : Sur la perte d'eau à travers les anneaux de vidange dans une pompe centrifuge. — Sugihara : Poussée latérale due à l'obliquité de la tige de connexion dans une machine alternative à grande vitesse. — Yagi : Sur le contrôle par modulation en radiotéléphonie. — Id. : Sur les méthodes dynamiques pour déterminer les constantes des soupapes des lampes à 3 électrodes. — Watanabe : Remarques sur le mémoire précédent.

4° Sciences physiques

The Physical Review (Lancaster et New-York), t. XVIII, n° 6 (Déc.). Dempster : Analyse par rayons positifs du Li et Mg. Tschudi : Durée du choc des barreaux. — Hartley et Fry : La localisation binaurale des tons purs. — Koppius : Comparaison de la fonction de travail thermo-ionique et photo-électr. pour le platine. — Millikan : Quelques faits touchant la structure des atomes, en partic. de l'atome d'He. — Kurth : Sur l'extension du spectre de rayons X.

Scientific Papers of the Bureau of Standards (Washington), n° 417 (25 août 1921). Priest : Distrib. spectrale de l'énergie nécessaire pour évoquer la sensation grise. — N° 419 (6 sept.). Cook : La product. d'air liquide à l'échelle du laboratoire.



Touristes!!! dans vos excursions emportez le VÉRASCOPE RICHARD

BREVETÉ S. G. D. G.

Quel que soit le temps, vous ferez d'admirables photographies

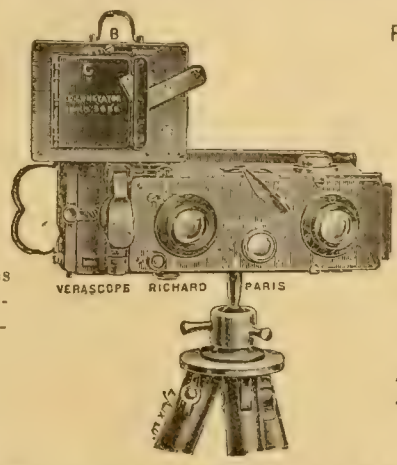
10, RUE HALÉVY (Opéra)

Le Vérascope est

ROBUSTE
PRÉCIS
PARFAIT
ÉLÉGANT

Les explorateurs, les coloniaux, les missionnaires, les alpinistes, les touristes, les amateurs proclament hautement que le Vérascope est la

Merveille photographique



FORME CORRECTE
GRANDEUR EXACTE
PERSPECTIVE JUSTE
COULEUR VRAIE

Nouveauté!

MAGASIN POUR PELLICULES EN BOBINES

Breveté S. G. D. G.

interchangeable avec le magasin pour plaques et se chargeant instantanément en plein jour.

Pour les débutants le **GLYPHOSCOPE**

pour plaques 45 × 107 a les qualités fondamentales du **Vérascope**

Demander les Notices illustrées, envoyées franco : 25, RUE MÉLINGUE, PARIS

Exposition et vente de dispositifs vérascopiques : 7, rue Lafayette (près l'Opéra)

Ancienne Maison Ch. VERDIN, ✻, ✪, ✠

G. BOULITTE, Succr

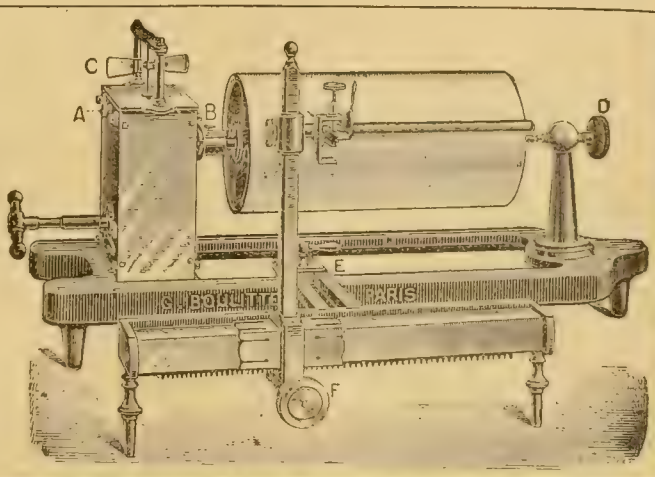
Ingénieur-Constructeur à PARIS

15 à 21, rue Bobillot, PARIS (13e)

(anciennement 7, rue Linné)

Appareils de précision pour la PHYSIOLOGIE et la MÉDECINE

ENREGISTREURS, MOTEURS ÉLECTRIQUES A VITESSE CONSTANTE, CHRONOGRAPHES, CHRONOSCOPES, SIGNAUX ÉLECTROMAGNÉTIQUES DE M. DEPREZ, ÉLECTRODIAPASONS, MANOMÈTRES, DYNAMOMÈTRES, SPHYGMOGRAPHES, ETC.



La **Revue générale des Sciences** publiera dans ses prochaines livraisons :

Mlle **S. Veil** : Les Isotopes et la spectrographie de masse.

M. **F. Wolfers** : L'action biologique des rayons X.

M. **R. Cornubert** : La microanalyse organique quantitative.

M. **R. de La Vaulx** : L'intersexualité.

M. **L. François** : La T. S. F. à bord des navires et des aéronefs.

M. **A. Rollet** : Le Camphrier.

Bulletin de la Société française des Electriciens, 4e sér., t. I, n° 8 (Août-Oct.). JOUAUST et LANGE : Détermin. des pertes totales dans les tôles.

Anales de la Sociedad española de Física y Química (Madrid), t. XIX, n° 185 (Juillet). ALDASORO : Méth. pour déterminer la vitesse de perturbation électr. des conducteurs.

Zeitschrift fur Elektrochemie (Halle-a-S.), t. XXVIII, nos 1-2 (1er janv.). VON EULER : Sur la mobilité des ions à la surface des métaux. — EUCKEN : Sur la théorie des phénom. d'adsorption. — POLANYI : Consolidation de cristaux isolés par traitement mécanique. — TIEDE : Découverte et prépar. du sulfophosphate de Mg. — MEYER : Réfraction molécul. de quelques sels fondus et leur degré de dissoc. — SKAUPY : Etat actuel de la question de l'état molécul. des métaux dissous dans Hg. — PRAUSNITZ : Sur l'électrosmose. — TAMMANN : Comportement électrochim. de combin. métall. conductrices. — ISGARISCHEW et BERKMANN : La surtension sur les électrodes dans ses rapports avec l'hydratation des ions. — ID. et ID. : Act. des colloïdes sur la surtension. — SCHMIDT : Rapports du frottement interne avec la constitution chim. chez les gaz. — KLEMENC : Comportement d'une électrode inattaquable dans le processus conduisant à l'équilibre : $3HNO^2 \rightleftarrows 2NO + HNO^3 + H^2O$. — FURTH : Sur la force de l'ac. hypoiodeux. — ASCHKENASI : Sur l'hydratation des ions.

The Journal of the American chemical Society (Easton, Pa.), t. XLIII, n° 11 (Nov.). BRONSTED et PETERSEN : Etudes sur la solubilité. III. Solubil. des sels métal-ammoniacaux dans les sol. de sels. — WYCKOFF et POSNJAK : La structure cristall. du chloroplatinate d'Am. — MENZIES : Un thermomètre différentiel. — ID. et WRIGHT : Applic. du thermomètre différentiel en ébullioscopie. — EMERY et WRIGHT : Distribution de certains médicaments entre des solvants non miscibles. — BROWN et MATHEWS : La chaleur de coagul. de l'hydrosol d'oxyde ferrique avec les électrolytes. — LAMB et YNGVE : Les forces des bases cobaltamminiques et la théorie des bases de Werner. — DENHAM : Les sous-sels de Bi. — MC CAY et ANDERSON : La réduction des sol. de sels ferriques par Hg. — MERRILL : Séparation du Cb et du Ta au moyen de l'oxychlorure de Se. — ID. : Sépar. du Mo et du Tu au moyen de l'oxychlorure de Se. — SCATCHARD : Vitesse de réact. en sol. conc. et mécanisme de l'inversion du sucrose. — ID. : L'hydratation du sucrose en sol. aq. calculée d'après les mesures de pression de vapeur. — ADAMS et WILLIAMS : Prépar. de l'acétaldéhyde au laboratoire. — JONES et HURD : Réarrangements de quelques nouv. ac. hydroxamiques en relation avec les ac. hétérocycliques et les ac. diphényl- et triphénylacétiques. — SCHMIDT : Act. du chlorure arsénieux sur l'aniline. — SHERMAN et WAYMAN : Effet de certains antisept. sur l'activité des amylases. — SHERMAN et WALKER : Infl. de certains amino-acides sur l'hydrolyse enzymique de l'amidon. — SHERMAN et CALDWELL : Etude de l'infl. de l'arginine, de l'histidine, du tryptophane et de la cystine sur l'hydrolyse de l'amidon par l'amylase pancréatique purifiée.

5° Sciences naturelles

Comptes rendus de la Société de Biologie, t. LXXXVI, n° 3 (21 janvier). BUSQUET : Production d'arrêts cardiaques momentanés avec le chlorure d'ammonium : leur analogie avec l'inhibition d'origine pneumogastrique. — CARDOT et LAUGIER : Action des fortes concentr. salines sur le bac. lactique. — DEVÉ : Echinococcose expérim. du lobe postérieur de l'hypophyse. Lésion hypophysaire d'origine infundibulaire. — LAUNOY et FALQUE : Pouvoir antitryptique normal du sang et choc anaphylactique. — PANISSET et VERGE : Action de l'hyposulfite de soude sur les propriétés du sérum hémolytique. — RICHAUD : Sur le mécanisme physiolog. de la paralysie produite par l'arnica. — SLONIMSKI et ZWEIBAUM : Sur l'excrétion des colorants vitaux par les infusoires. — ARLOING, CADE et BOCCA : Etude expérim. de l'infl. de la pilocarpine sur la sécrétion gastrique du Chien. — GAUTIER : Glycosurie par suppression temporaire de la respiration pulmonaire chez la Grenouille. — MAIGNON : Action d'épargne exercée par les graisses vis-à-vis de la destruction d'albumine chez les diabétiques en état de dénutrition azotée. — NOEL : Infl. du régim. alimentaire sur la morphologie de la cellule hépatique de la souris blanche. — POLICARD et NOEL : Sur la valeur de la méthode de Vastarini Cresi dans la détection histochimique du glycogène. — HIRTZMANN : Histopathologie de l'amibiase hépatique. — LIENHART : A propos de la présence aux environs de Nancy de l'Orthoptère méridional S, *Hingonotus cœrulans* Linné. — MORLOT et GUILLEMIN : Tumeur myxomateuse du nerf médian; récidive. — MUTEL : Des fractures du mésentère terminal. — RÉMY : L'iode et la métamorphose de l'*Amnocœtes branchialis* en *Petromizon planeri* Bloch. — WATRIN : Réactions oxydasiques dans les plexus choroïdes. — FABRÈGUE : Utilisation thérapeut. des citrates doubles de bismuth. — AUBERTIN : Rech. sur l'hémoclasie digestive chez les tuberculeux, sa comparaison avec les autres épreuves d'insuffisance hépatique. — BILLARD et DODEL : Les mœurs des animaux en rapport avec la disposition des yeux et la forme des pupilles. — BOUTAN : Note sur la fonte des perles. — DESQUEYROUX : Sur les troubles des échanges azotés dans l'intoxication phosphorée aiguë expérimentale. — FABRE : La mesure de l'élasticité artérielle chez l'homme. — MAURIAC et SERVANTIE : Rech. expérim. sur le pouvoir glycolytique du sang *in vitro*. — PETITEAU : Sur un mode périodique de réactivité réflexe. — SABRAZES, PARCELLIER et BONNIN : Lombricose du canal de Wirsung; pancréatite hémorragique. — BECKERICH et HAUDUROY : Au sujet du titrage du Bactériophage. — ID. et ID. : Le Bactériophage dans le traitement de la fièvre typhoïde. — FONTÈS et THIVOLLE : Micro-dosage manganimétrique du lactose sur 1 cm³ ou 0,1 cm³ de lait — NICLOUX et WELTER : Micro-dosage de l'urée dans le sérum sanguin normal et pathologique. — STROHL : Etude comparée de l'excitation électrique par des courants d'intensité constante ou à brusque variation. — ID. : Méthode d'excitation par des courants présentant une variation brusque d'intensité. — FOSSE : Synthèse d'un principe azoté des végétaux, l'acide cyanhydrique, par oxydation de l'ammoniaque et des hydrates de carbone, de la glycérine ou de l'aldéhyde formique. — FOSSE et HIEULLE : Synthèse de l'ac. cyanhydrique par oxydation, en milieu argentico-ammoniacal, d'alcools, de phénols et d'amines. — ID. et ROUCHELMAN : Sur la formation de l'urée dans le foie après la mort. — MINET, LEGRAND et BULTEAU : Action de la spartéine sur le cœur de l'homme sain, et sur le cœur humain pathologique. — N° 4 (28 janvier). GOLDENBERG : Réaction de fixation dans la tuberculose au moyen de l'antigène de Besredka. Procédé rapide par sérum non chauffé. — GUILLAUMIN : Sur le dosage de l'acide urique sanguin libre ou salifié. — LANZENBERG et KÉPINOW : Glande thyroïde et anaphylaxie. — MAIGNON : Sur l'absence de danger et les avantages de l'administration abondante de corps gras aux diabétiques acétonuriques en état de dénutrition azotée. Considérations sur la prophylaxie du coma diabétique. — MOUGEOT : L'oscillographie double superposée, son champ d'information. — PEYRON : Le vestige coccygien du tube neural des Oiseaux et ses rapports avec les chromatophores chez l'Oie. — PIÉRON : La question du temps de latence des différentes catégories de réflexes. — ROGER et BINET : Le pouvoir lipolytique (lipodiérèse) du sang artériel et du sang veineux. — SALMON : L'émétique d'antimoine et le cancer expérimental. — TZANCK et VALLERY-RADOT : Applic. pratique de la skeptophylaxie digestive à la prophylaxie des crises nitritoïdes. — BAGGER : Méthode basée sur la capillarité pour le diagnostic des bac. typhiques et paratyphiques. — BIE : Peut-on entraver la progression des fausses membrane diphtériques par la sérothérapie. — HANSEN : Tension superficielle et pouvoir bactéricide de divers désinfectants. — KELLER : Sur les glandes hémolymphatiques. — OERSKOV : Procédé pour la culture à l'état de pureté d'un élément unique. — TSCHERNING : L'adaptation de l'œil. — ID. : Verres photométriques.

Rivista di Biologia (Rome), t. III, fasc. VI (Nov.-Déc.). ZENARI : Formes héréditaires et variabilité dans le cycle du *Sonchus oleraceus* et du *Sonchus Asper*. — GUARDABASSI : Etude sur la léthargie. Act. du nerf vague sur le cœur du *Bufo vulgaris* pend. la léthargie, le réveil et la veille. — HERZOG : Sur la biologie du taon *Hypoderma bovis* et le traitement de l'épidémie du taon.

Archivio di Fisiologia (Florence), t. XIX, fasc. 6 (Nov.-Déc.). SPADOLINI et DI GIORGIO : L'électrocardiogramme embryonnaire. — ID. et ID. : Contrib. à l'étude de l'électrocardiogramme des oiseaux.

6° Sciences médicales

Bulletin de l'Académie de Médecine, t. LXXXVII, n° 4 (24 janvier). ACHARD : Morbité typhoïdique et vaccination préventive. — POUCHET : Demandes en autorisation de stations climatiques et hydrominérales. — BERNARD : Au sujet d'un projet de décret concernant l'Algérie. — CHOUZON : Centre de vaccination antityphoïdique de la Salpêtrière. — N° 5 (31 janvier). LINOSSIER : Sur la forme de l'enseignement secondaire et l'hygiène. — ROBIN : La silice, la chaux et la magnésie dans le tissu cancéreux. — LETULLE et BEZANÇON : Note sur les lésions broncho-pulmonaires dans la grippe épidémique. — BEZANÇON, MOREAU et COCHEZ : Les symptômes pulmonaires de la grippe actuelle.

Annales de l'Institut Pasteur, t. XXXVI, n° 1 (Janvier). SAZERAC et LEVADITI : Etude de l'action thérapeutique du bismuth sur la syphilis. — FOURNIER et CUÉNOT : Traitement de la syphilis par le bismuth. — MARIE et FOURCADE : Note concernant le traitement des syphilis nerveuses par le tartro-bismuthate de soude et de potasse. — NAVARRO MARTIN : Sur l'emploi de l'aminophénolarsinate de soude dans le traitement des trypanosomiases. — LEVADITI et ID. : Action thérapeutique de l'acide oxyaminophénylarsinique dans la spirillose des poules et la syphilis expérimentale du lapin. — FOURNIER, CUÉNOT et SCHWARZ : Premiers résultats du traitement de la syphilis par l'acide oxyaminophénylarsinique (sel de soude) ou « 189 ». — LEVADITI, HARVIER et NICOLAU : Etude expérimentale de l'encéphalite dite « léthargique ».

Bulletin mensuel de l'Office international d'Hygiène publique, t. XIII, n° 12 (Déc.). Rapport du Service fédéral suisse de l'Hygiène publique pour 1920. — THOMSEN : Le problème général du logement en Danemark dans ses rapports avec la protection de la Santé publique.

7° Géographie et Colonisation

The Geographical Review (New-York), t. XI, n° 1 (Janv.). CLAPP : Le Hwang Ho (Fleuve jaune). — BISHOP : Le facteur géographique dans le développ. de la civilisation chinoise. — MATHER : Exploration du pays des Yuracarés (Bolivie orientale). — KINDLE : Les forêts du sud-est du Labrador. — DE GEER : La distribution de la population en Suède. — MUSSET : Les caractéristiques géograph. de la France occid. — NOVAKOVSKY : Les provinces climatiques de l'Extrême-Orient russe dans leurs rapports avec les activités humaines. — WARD : Types de température composés des Etats-Unis. — HUNTINGTON : L'évolution du climat dans le Nord-Ouest de l'Europe.

LIVRES REÇUS

Tous les livres reçus par la Revue *sont signalés sous cette rubrique avec une brève indication de leur contenu, sans préjudice de l'analyse critique dont ils pourront être ultérieurement l'objet dans la partie bibliographique de la* Revue.

1° Sciences mathématiques

BIGOURDAN (G.) : *Gnomonique, ou Traité théorique et pratique de la construction des cadrans solaires.* 1 vol. in-8° de 214 p. avec 104 fig. (Prix : 10 fr.). Gauthier-Villars et Cie, Paris, 1922.

Après un court historique, l'auteur donne la théorie des cadrans solaires et indique la façon de les construire; l'ouvrage se termine par 9 tables relatives aux cadrans et aux calendriers.

Annuaire pour l'an 1922, publié par le Bureau des Longitudes. 1 vol. in-16 de VIII-800 p. (Prix : 6 fr.). Gauthier-Villars et Cie, Paris, 1922.

Outre les données numériques habituelles classées en 5 chapitres Calendrier, Terre, Astronomie, Mesures légales, Données physiques et chimiques, cet Annuaire renferme les notices suivantes : E. PICARD : La théorie de la relativité et ses applications à l'Astronomie; Ch. LALLEMAND : Monnaies et changes; HAMY : Notice sur G. Lippmann; FAVÉ : Notice sur J. Renaud.

2° Art de l'Ingénieur

POINCET (M.) : *Turbines à vapeur.* 1 vol. gr. in-8° de 340 p. avec 181 fig. et 1 pl. des *Grandes Encyclopédies industrielles* (Prix : 35 fr.). J. B. Baillière et fils, Paris, 1922.

Cet ouvrage est rédigé avec le double but de présenter au lecteur, en même temps que des idées générales claires et précises sur le rôle fonctionnel des différentes parties des turbines, des descriptions et études organiques détaillées.

BATSON (R. G.) et **HYDE** (J. H.) : *Mechanical Testing.* Vol. I : *Testing of materials of construction.* 1 vol. in-8° de XIII-413 p. avec 258 fig. de la *Directly useful technical Series* (Prix cart. : 21 sh.). Chapman and Hall, Londres, 1922.

Les auteurs indiquent les conditions qui sont à la base de l'essai moderne des matériaux de construction, décrivent les appareils types, les résultats obtenus et la façon de les interpréter.

Eleventh Annual Report by the Director of the Bureau of Mines to the Secretary of the Interior for the fiscal year ended June 30 1921. 1 vol. in-8° de 133 p. avec 1 pl. (Prix : 10 cents). Government Printing Office, Washington, 1921.

FIELDNER (A. C.), **KATZ** (S. H.) et **KINNEY** (S. P.) : *Gas masks for gases met in fighting fires* (Technical Paper 248 du Bureau of Mines). 1 broch. in-8° de 61 p. avec 5 fig. et 9 pl. (Prix : 25 cents). Government Printing Office, Washington, 1921.

Description des essais faits pour adapter les masques contre les gaz de guerre à la lutte contre les incendies, et aussi aux travaux de sauvetage dans les mines.

Emploi de la Photographie aérienne aux levés cadastraux et aux levés géographiques. Rapport sur les études techniques effectuées en 1919 et 1920 sous la direction de M. H. ROUSSILHE. 1 vol. in-4° de 116 p. avec 24 pl. Imprimerie Hallu, Paris, 1921.

Ce rapport se divise en 2 parties, l'une consacrée à la description de l'appareil de photorestitution, de son réglage et de ses conditions d'emploi, l'autre à la marche à suivre pour obtenir la restitution précise d'un cliché et les éléments indispensables à la rédaction du plan.

3° Sciences physiques

BORN (Max.) : *La Constitution de la Matière.* Traduit par H. BELLENOT. 1 vol. in-8° de 84 p. avec fig. de la *Collection de Monographies scientifiques étrangères* (Prix : 6 fr.). Librairie scientifique Albert Blanchard, Paris, 1922.

Reproduction de trois conférences : La théorie atomique moderne; De l'éther mécanique à la matière électrique; Le passage de la Chimie à la Physique.

D'AQUINO (L.) : *La decomposizione delle righe spectrali per effetto del campo elettrico.* 1 broch. in-8° de 88 p. avec 5 fig. (Prix : 10 lire). Unione tipografica combattenti, Naples, 1922.

Monographie de la question de la décomposition des raies spectrales sous l'effet du champ électrique, indiquant les résultats acquis et les problèmes qui se posent encore.

BOUGUER (P.) : *Essai d'optique sur la gradation de la lumière* 1 vol. in-16 de XX-130 p. avec 17 fig. de la collection *Les maîtres de la Pensée scientifique* (Prix : 3 fr.). Gauthier-Villars et Cie, Paris, 1922.

Reproduction du mémoire de 1729 où Bouguer a posé les bases de la photométrie et étudié d'une façon magistrale quelques problèmes d'optique très importants.

Annual Report of the Director of the Bureau of Standards to the Secretary of Commerce for the fiscal year ended June 30, 1921. 1 vol. in-8° de 273 p. Government Printing Office, Washington, 1921.

MELLOR (J. W.) : *A comprehensive treatise on inorganic and theoretical Chemistry.* Vol. I : *H, O.* 1 vol. gr. in-8° de XVI-1.065 p. avec 274 fig. (Prix cart. : 3 guinées). Vol. II : *F, Cl, Br, I; Li, Na, K, Rb, Cs.* 1 vol. gr. in-8° de VIII-894 p. avec 92 fig. (Prix cart. : 3 guinées). Longmans, Green and Co., Londres, 1922.

Cet ouvrage se propose de donner une description complète de tous les composés connus en Chimie inorganique et, autant que faire se peut, de les discuter à la lumière des données de la Chimie physique. Le premier volume est surtout introductif et historique, et renferme ce qui se rapporte à H. O et leurs composés; le second traite des métalloïdes du groupe du fluor et des métaux du groupe du lithium.

Méthodes actuelles d'expertises employées au Laboratoire municipal de Paris, publiées sous la direction de M. André KLING. Tome IV *Produits végétaux et dérivés.* 1 vol. gr. in-8° de 464 p. avec fig. (Prix : 39 fr.). Dunod, Paris, 1922.

Ce volume traite de l'expertise des produits suivants : pâtes alimentaires et pâtisseries, cacao, chocolat, café, chicorée, thé, épices et aromates, produits sucrés, alcools et spiritueux.

4° Sciences naturelles

RUTOT (A.) : *La Vie. Ce qu'il faut en savoir.* 1 vol. in-16 de 265 p. Editions Rhéa, 4, square Rapp, Paris; La Vulgarisation intellectuelle, 82, rue Bosquet, Bruxelles, 1922.

L'auteur expose ici ses idées, conçues du point de vue vitaliste, sur l'origine, le développement et l'évolution de la vie dans l'Univers et sur notre société actuelle.

5° Sciences médicales

GUIART (J.) : *Précis de Parasitologie.* 2e édition. 1 vol. in-8° de 575 p. avec 462 fig. de la *Bibliothèque du Doctorat en médecine* (Prix : 25 fr.). J. B. Baillière et fils, Paris, 1922.

Ce livre résume les 24 années d'enseignement de l'auteur. Les parasites y sont d'abord étudiés au point de vue strictement médical; puis les maladies parasitaires qu'ils produisent sont étudiées après eux.

APERT (Dr) : *Vaccins et Sérums.* 1 vol. in-16 de 282 p. de la *Bibliothèque des Connaissances médicales* (Prix : 7 fr. 50). Ern. Flammarion, Paris, 1922.

L'auteur étudie successivement dans ce volume : 1° le vaccin jennérien; 2° les vaccins pastoriens (charbon et rage); 3° le sérum de Roux et les autres sérums antitoxiques; 4° les autres vaccins et sérums.

6° Sciences diverses

Annual Report of the Board of Regents of the Smithsonian Institution (1919). 1 vol. in-8° de XII-557 p. avec fig. et pl. Government Printing Office, Washington, 1921.

COLOMB (G.) : *L'énigme d'Alesia.* 1 vol. in-18 de XIII-284 p. avec croquis (Prix : 8 fr.). Librairie Armand Colin, Paris, 1922.

L'auteur développe cette idée que la ville gauloise d'Alésia n'est pas l'Alise-Sainte-Reine de la Côte-d'Or, mais doit être transportée à 150 km. de là, sur le plateau d'Alaise, dans le Doubs.

DEMOOR (J.) et **JONCKHEERE** (T.) : *La Science de l'Education.* 2e édition. 1 vol. in-12 de 436 p. avec 26 fig. (Prix :). M. Lamertin, Bruxelles; F. Alcan, Paris, 1922.

Cet ouvrage est divisé en 4 parties : I. Bases biologiques; II. Le système nerveux. Ses fonctions examinées au point de vue pédagogique. III. Quelques données de Psychopédagogie (mémoire, témoignage, mensonge, attention, fatigue intellectuelle); IV. L'évolution de l'école.

WILBOIS (J.) : *La nouvelle Education française.* 1 vol. in-16 de 404 pages (Prix : 10 fr.). Payot et Cie, Paris, 1922.

Dans ce livre, l'auteur traite trois grandes questions : 1° quelle sera la Société de demain à laquelle il faut adapter nos fils; 2° que nous apprennent les derniers travaux des psychologues sur l'âme de l'enfant; 3° quelles sont les réformes à apporter dans l'éducation de la volonté ou du cœur, la préparation technique et la culture générale, le choix des maîtres et la sélection des élèves.

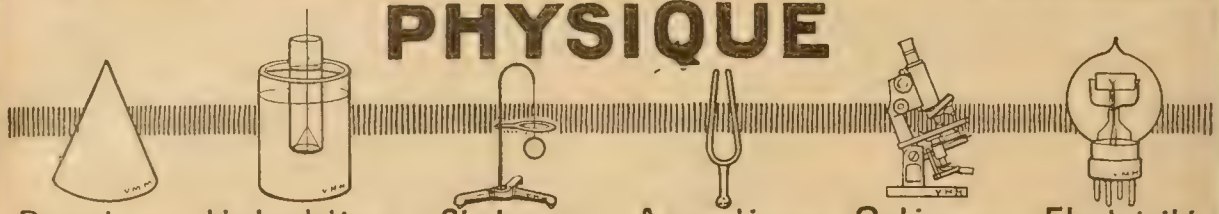
SOMMAIRES DES JOURNAUX SCIENTIFIQUES

1° Périodiques généraux

Bulletin de la Section scientifique de l'Académie roumaine. t. VII, n° 416. PREDESCU : Etude physique du pétrole lampant roumain. — Id. : Procédé et appareil pour la localisation des projectiles dans le corps humain, au moyen des rayons X. — ROTMAN : Note préliminaire sur le gisement de muscovite, de Mănăileasa, Monts du Lotru (Alpes de Transylvanie, Carpathes méridionales). — BABES : Recherches et considérations sur l'appendicite. — SIMIONESCU : Note sur un calcaire à Bryozoaires du Sarmatien de Bessarabie (Roumanie). — MOTAS et KNECHTEL : Contrib. à la faune des Coléoptères d'eau douce de Roumanie. — MIRONESCU et BAZGAN : Manque partiel congénital de la cuisse.

Proceedings of the National Academy of Sciences of the U. S. of America (Easton, Pa.), t. VII, n° 12 (Déc. 1921). ARNOLD et IVES : Croissance et décroissance des courants photo-thermo-ioniques des filaments couverts d'oxydes. — MILLER :

PHYSIQUE



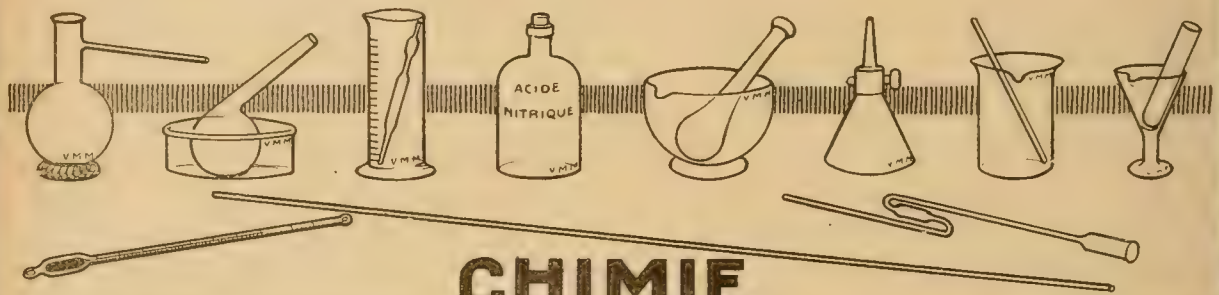
Pesanteur Hydrostatique Chaleur Acoustique Optique Electricité

V.M.M.

Bureaux } 11, rue Blainville
Ateliers } PARIS (Ve)
T. Gob. 47-64

ARGUS DES SCIENCES
Gratuit
Occasions Scientifiques

CATALOGUES



CHIMIE

PRÉPARATIONS COLLOÏDALES

(Métaux Colloïdaux électriques à petits grains.
Colloïdes électriques et chimiques de métalloïdes ou de dérivés métalliques)

Electrargol	(Argent)	**Electroplatinol** . . .	(Platine)
Electromartiol. . . .	(Fer)	**Electrorhodiol** . . .	(Rhodium)
Electraurol	(Or)	**Electriridiol**.	(Iridium)
Electr-Hg	(Mercure)	**Electropalladiol** . .	(Palladium)
Electrocuprol . . .	(Oxyde de cuivre)	**Thiarsol**.	(Sulfure d'arsenic)
Electrosélénium. . .	(Sélénium)	**Collothiol**	(Soufre)

Obtenues par la méthode chimique ou par la méthode physique (électrique), les solutions colloïdales sont constituées par la suspension en milieu liquide d'une infinité de grains ultramicroscopiques, animés du mouvement brownien et présentant une charge électrique de signe défini. Grâce à la grande surface de ces grains, les colloïdes présentent un énergique pouvoir catalytique et fermentaire.

Les colloïdes possèdent d'importantes propriétés biologiques, bien étudiées depuis que l'on sait le rôle des colloïdes naturels dans la physiologie normale. Injectés à l'homme ou aux animaux, ils augmentent les oxydations et les échanges nutritifs, ils stimulent la défense contre les toxines et les fonctions d'élimination, ils provoquent un mouvement leucocytaire très marqué.

Les colloïdes sont d'un usage thérapeutique courant : les métaux (type : Electrargol) sont des médicaments antiinfectieux de premier ordre (toutes maladies infectieuses) ; on emploie certains colloïdes comme spécifiques (Electr-Hg — Electrosélénium — Electrocuprol — Electromartiol — Collothiol)

Les Laboratoires Clin préparent tous les colloïdes qu'il est possible d'obtenir dans l'état actuel de la science.

Pour l'expérimentation thérapeutique ou les usages de laboratoire, les Laboratoires Clin délivrent des préparations colloïdales pures, à constantes physiques définies.

Laboratoires CLIN, 20, rue des Fossés-Saint-Jacques, PARIS

Touristes!!! dans vos excursions emportez le VÉRASCOPE RICHARD

BREVETÉ S. G. D. G.

Quel que soit le temps, vous ferez d'admirables photographies

10, RUE HALÉVY (OPÉRA)

Le Vérascope est

ROBUSTE

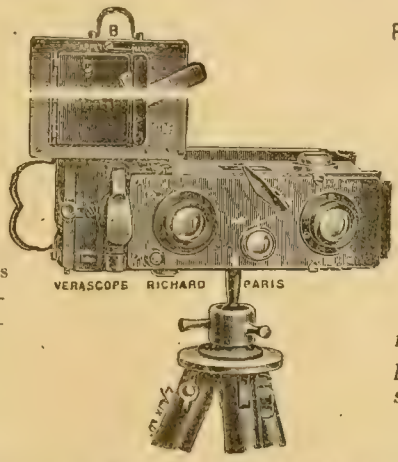
PRÉCIS

PARFAIT

ÉLÉGANT

Les explorateurs, les coloniaux, les missionnaires, les alpinistes, les touristes, les amateurs proclament hautement que le Vérascope est la

Merveille photographique



FORME CORRECTE

GRANDEUR EXACTE

PERSPECTIVE JUSTE

COULEUR VRAIE

Nouveauté!

MAGASIN POUR PELLICULES EN BOBINES

BREVETÉ S. G. D. G.

interchangeable avec le magasin pour plaques et se chargeant instantanément en plein jour.

Pour les débutants le **GLYPHOSCOPE**

pour plaques 45 × 107 a les qualités fondamentales du **Vérascope**

Demander les Notices illustrées, envoyées franco : 25, RUE MÉLINGUE, PARIS

Exposition et vente de dispositifs vérascopiques : 7, rue Lafayette (près l'Opéra)

Ancienne Maison CH. VERDIN, ✻, ✪, ✠

G. BOULITTE, Succr

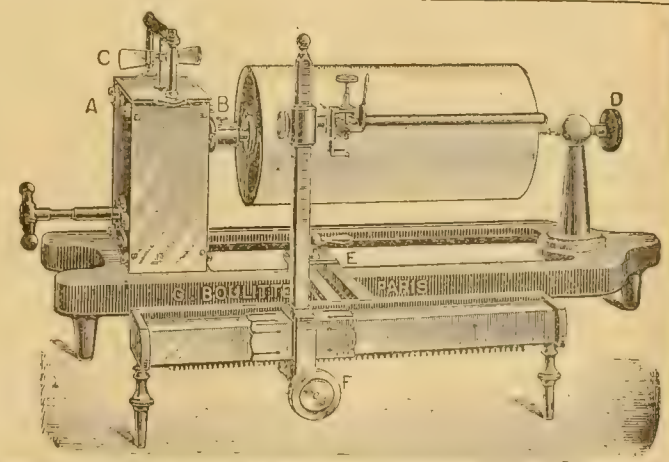
Ingénieur-Constructeur à PARIS

15 à 21, rue Bobillot, PARIS (13e)

(anciennement 7, rue Linné)

Appareils de précision pour la PHYSIOLOGIE et la MÉDECINE

ENREGISTREURS, MOTEURS ÉLECTRIQUES A VITESSE CONSTANTE, CHRONOGRAPHES, CHRONOSCOPES, SIGNAUX ÉLECTROMAGNÉTIQUES DE M. DEPREZ, ÉLECTRODIAPASONS, MANOMÈTRES, DYNAMOMÈTRES, SPHYGMOGRAPHES, ETC.



Groupes d'isomorphismes d'un groupe de substitution transitif. — EISENHART : Les champs statiques d'Einstein admettant un groupe G_2 de transformations continues en elles-mêmes. — COBLE : Aspects géométr. des fonctions abéliennes modulaires de genre 4 II.

Journal of the Washington Academy of Sciences (Easton, Pa.), t. XII, n° 2 (19 janv.). CLARK : L'évolution du corps animal. — LAMBERT : La latitude d'Ukiah et le mouvem. du pôle. — N° 3 (4 février). ERICKSON : La tschermigite (alun d'ammonium) du Wyoming. — PITTIER : Les espèces de *Dalbergia* du Mexique et de l'Amérique centrale. — VINAL et ALTRUP : La f. é. m. des piles aux basses températures.

The Philosophical Magazine and Journal of Science (Londres), n° du 1er déc. 1921. TOWNSEND et BAILEY : Le mouvement des électrons dans les gaz. — AULAY : Le recul des noyaux d'hydrogène contre les particules α rapides. — SLATER : L'excitation de la radiation γ par les particules et α l'émanation du radium. — CHADWICK et BIELER : Les collisions des particules α avec les noyaux d'hydrogène. — THOMAS : Act. mutuelle des courants de convection provenant de deux fils de platine fins chauffés. — BEER et TYNDALL : Observ. manométr. aux pôles de l'arc électr. — TYNDALL : Forces agissant sur les pôles de l'arc électr. — Sir THOMSON : Théorie de la décharge striée. — FOOTE, MEGGERS et MOHLER : L'excitation du spectre élargi du Mg dans un arc à bas voltage. — RICHARDSON et BAZZONI : L'excitation des rayons X doux caractéristiques. — ONO : Sur la première racine des fonctions de Bessel d'ordre fractionnaire. — ANDERSON : Sur la mesure de la viscosité des gaz.

Revue philosophique, t. XCIII, nos 1-2 (Janv.-févr.). DELACROIX : La foi et la raison. — DUMAS : L'expression des émotions. — RABAUD : L'adaptation et l'évolution. — KOZLOWSKI : La réforme de l'enseignement philosophique à l'Université. — LALO : Ethique et esthétique. — GOBLOT : Analyse d'un rêve.

2° Mathématiques

L'Enseignement mathématique, t. XXII, nos 1 et 2 (Janvier). WINANTS : Applications géométriques de la cristallographie. — NIEWENGLOWSKI : Sur le rayon de courbure d'une courbe. POLYA : Sur les séries entières dont la somme est une fonction algébrique. — PETROVITCH : Sur le nombre *e*.

Giornale di Matematica finanziaria (Turin), t. III, n° 4 (Déc. 1921). BARRIOL et BROCHU : L'émission du Crédit national en

1921. — INSOLERA : Sur la géométrie des opérations de bourse. — BONFERRONI : La cadence moyenne et les lois de capitalisation.

3° Astronomie et Météorologie

The Observatory (Londres), t. XLV, n° 573 (Février.). COOK et PRENTICE : Note sur des halos inusités.

Annales hydrographiques, t. III, n° 705. VICE-AMIRAL ARAGO : Deuxième contrib. à l'étude expérim. de la houle.— LA PORTE : Coordonnées rectangulaires et géographiques des points principaux de la côte Ouest de France de la Loire à la Gironde. — MARTI : La vitesse de propagation du son dans l'eau de mer. — DRIENCOURT : Etude de la précision du point par deux segments capables. — VOLMAT : Rapport sur la Mission photo-hydrographique de Brest. — LA PORTE : La triangulation du polygone de Gavre et de ses abords. — ROUSSILHE : La publication d'une carte au 1/300.000 de la côte N.-W. de Madagascar. — ROTHÉ : Notes sur les séismes en mer. — ROUCH : Les observations météolorog. faites en mer par les navires français de guerre et de commerce. — CAPITAINE DE CORVETTE VINSOT : Sur quelques transformations de la formule de A. Smith. — BERLING : Note sur la Conférence hydrographique internat. tenue à Londres en 1919.

4° Art de l'Ingénieur

Bulletin officiel de la Direction des recherches scientifiques et industrielles et des inventions, n° 27 (Janvier) BOULANGRE : Application des cuirs de Zébus aux usages industriels (*fin*). — MAUV : Multiplicateur de fréquence. — BERTRAND et LANQUINE : Sur la composition et la structure microscopique des argiles.

Journal of the Royal Society of Arts (Londres), t. LXX, n° 3613 (17 févr.). HOWARD : Les bois de l'Inde et de la Birmanie.

Bulletin de la Société d'Encouragement pour l'Industrie nationale. t. CXXXIII, n° 10 (Déc.). MAUGÉ : Les appareils modernes destinés au contrôle de la combustion et de la vaporisation. — NESSI : Utilisation mécanique de l'énergie contenue dans la vapeur à très basse pression pour l'amélioration des installations de chauffage central.

Revue de Métallurgie, t. XVIII, n° 12 (Déc.). GUILLET : Nouv. expér. de chocs répétés — ID. : Réflexions sur la constitution des alliages Pb-Tl. — PORTEVIN : Caractéristiques mécaniques et élastiques des fontes et utilisation de l'essai à la bille. — GALIBOURG et BRIZON : Emploi de la macrographie pour la mise au point de la coulée de bronze d'Al.

5° Sciences physiques

Le Journal de Physique et le Radium, 6e sér., t. III, n° 1 (Janv.). THÉODORIDÈS : Les composés paramagnét. anhydres à l'état solide et le magnéton. — REBOUL : Nouv. propriété des corps faiblement conducteurs de l'électricité et de constitution physique hétérogène.

Recueil des Travaux chimiques des Pays Bas, t. XLI, n° 2 (Février). JAEGER et BERGER : Action de la lumière ultra-violette sur les sol. aq. de certains acides organiques et de leurs sels. — GOUDRIAAN : Les aluminates de sodium. Equilibres dans le système $Na^2O—Al^2O^3—H^2O$. — WIBAUT : Comparaison de la soudure des atomes du carbone dans le graphite et dans les hydrocarbures aromatiques (à propos des travaux de Fajans et de von Steiger). — MATTAAR : Sur le remplacement de l'halogène dans le 1-chloro-2-4-cyanobenzène et le 1-bromo-2-nitro-4-cyanobenzène. — TER MEULEN : Le dosage du soufre dans le fer, l'acier et la fonte.

The Journal of the American chemical Society (Easton. Pa.), t. XLIII, n° 12 (Déc.). PEARCE et HART : L'énergie libre de dilution et les activités des ions de KBr en sol. aq. — FORBES et COLE : La solubil. d'AgCl dans les sol. dil. de chlorures et l'existance d'ions argentichlorure complexes. I. — VAN DOREN, PARKER et LOTZ : Emploi de l'interféromètre à eau comme étalon de pression. — LOTZ et FRAZER : Les pressions osmotiques des sol. conc. de sucrose déterminées par l'interféromètre à eau. — KRAUS : L'électrolyse libre dans les mél. d'électrolytes binaires. — ID. : La théorie des sol. électrolyt. de Ghosh. — ID. et LUCASSE : La conductance des sol. conc. de Na et K dans NH^3 liquide. — WALTON et PARSONS : Prépar. et propriétés des persulfures d'H. — MULLER : Séparation de Ge et As. — CAIN et HOSTETTER : La co-précipitation de l'ac. vanadique avec le phospho-molybdate d'Am. — MAC INNES et YEH : Les potentiels aux jonctions des sol. de chlorures monovalents. — LAWRANCE : La réact. de Freidel et Crafts. Anhydrides phtaliques substit. et toluène. — WHEELER et ANDREWS : Etudes sur les hydroxynaphtoquinones. IV. — CONGDON et INGERSOLL : Infl. du glucose sur la dialyse du sucrose à travers une membrane de parchemin. — LOCHTE, BAILEY et NOYES : La di-isopropylhydrazine sym. et ses dérivés. — HORN : Rech. sur les pyrimidines. XCI. — WHEELER et SMITHEY : Etudes sur le *p*-cymène. III. — LEONARD : Quelques composés de la pipéridine avec les halogénures. — PICCARD et BREWSTER : Le tétrapropylèthane. — ID. et ID. : Les trois amino-triphénylamines. — NELSON et HITCHCOCK : Uniformité dans l'act. de l'invertase. — MILLER : Composés azotés dans le foin d'alfa. — HALEY et LYMAN : La lipase de l'huile de ricin. — JOHNSON et BAUDISCH : Rech. sur les pyrimidines. XCII. — GLATTFELD et SANDER : Les ac. saccharinïques en C^4. II. — GLATTFELD et WERTHEIM : Prépar. des hydrazines optiquem. actives. II. — MERRILL : Etudes expérim. sur la cystine. — BAUGHMAN et JAMIESON : La compos. chim. de l'huile de maïs.

The Biochemical Journal (Londres), t. XV, n° 5. HARTWELL : Protéine en excès et sécrétion mammaire. — GUY : Les limitations de la méth. Lewis-Benedict modifiée pour la détermin. du sucre du sang. — HILL : Les combin. de l'hémoglobine avec O et CO et les effets de l'ac. et de CO^2. — MORGAN et COOPER : Act. bactéricide des quinones et des comp. alliés. — ROBERTSON : Expér. sur la multiplication cellulaire. I. La multiplic. des Infusoires isolés. II. Infl. de la contiguité sur le taux de reproduction. — STILES et ADAIR : La pénétration des électrolytes dans les gels. III. Infl de la concentr. du gel sur le coeff. de diffusion de NaCl. IV La diffusion des sulfates dans les gels. — BUSTON et SCHRYVER : Méth. pour la séparation des amino-acides des prod. de l'hydrolyse des protéines et d'autres sources. — CLAYSON, NORRIS et SCHRYVER : Les substances pectiques des plantes. II. — ZILVA et MIURA : Détermin. quantit. du facteur soluble dans les graisses. — CAMPBELL et WEBSTER : L'urine diurne et nocturne pend. le repos complet, le travail de laboratoire, l'exercice musculaire léger et l'administration d'oxygène.

Chimie et Industrie, t. VII, n° 1 (Janv.). TRAVERS : Les méthodes de dosage du C dans les fers, fontes et aciers. — VÈZES et DUPONT : Les progrès récents dans le traitement de la gomme landaise. — BOULIN : Le coke métallurg. — MATIGNON : L'usine de cyanamide de la Roumanie. — BRUÈRE : L'zone et ses applic. — KLING et LASSIEUR : Revue de Chimie analyt.

6° Sciences naturelles

Comptes rendus de la Société de Biologie, t. LXXXVI, n° 6 (Février). BESSON et DE LAVERGNE : De la différenciation des Bacilles de Flexner et de Hiss récemment isolés de l'organisme, par le sérum de cheval agglutinant le bacille de Shiga. — DOUMER : L'action de la peptone sur la tension superfic. de l'eau. — GONZALEZ et ARMENGUÉ : Action antihémolytique de diverses subst. en présence de l'iode. — ID. et ID. : Pouvoir hémolytique de l'iode. — LIPSCHUTZ et WAGNER : Nouv. observ. sur la fonction endocrine des cellules interstitielles du testicule chez les Mammifères. — MOUREU et DUFRAISSE : Sur l'autoxydation : les antioxygènes. — SARAGEA : Le diamètre des hématies de l'homme aux différents âges de la vie. — STRZYZOWSKI : Sur la constatation spectroscopique de CO dans le sang au moyen de la levure de bière. — TOURNADE et CHABROL : Double mécanisme, glyco et adrénalino-sécrétoire, de l'hyperglycémie par excitation splanchnique. Dissociation expérim. — URBAIN : Valeur antigène de bac. tuberculeux et paratuberculeux et de quelques autres microbes cultivés dans le milieu à l'œuf. — WEIL et GUILLAUMIN : Acide urique et perméabilité rénale. — BETTENCOURT, BORGES et SEABRA : La température de l'eau et la bilharziose, à Tavira (Portugal). BRITO FONTES : La réaction de fixation du complément avec le sérum de lépreux et l'antigène tuberculeux de Besredka. — CELESTINO DA COSTA : Sur les conditions de la formation de l'amnios chez les Mammifères — REBELLO et BERNARDES-PEREIRA : Sur le mécanisme de la fonction surrénale.

The Annals of applied Biology (Londres), t. VIII, nos 3-4 (Nov.). BUCKLE : La faune du sol des terrains cultivés. — SALMON : Les formes de houblon résistant au mildew. V. — CREW : Les toisons de certaines espèces primitives de mouton. — MILES : Les insectes des herbes et leurs rapports avec les cultures. — WILTSHIRE : Le champignon du chancre des pommes. — ROBERTS : Evolution des filaires du genre *Agriotes*. — ATKINS : Sur le chimiotropisme de la mouche domestique.

7° Sciences medicales

Bulletin de l'Académie de Médecine, t. LXXXVII, n° 6 (Février). ZIMMERN : Les méfaits de la basse tension. — LANGLOIS : Les dangers d'électrocution avec les courants électriques dits domestiques (150 à 80 volts). — BALTHAZARD : Electrocution accidentelle par les courants d'éclairage domestique en médecine légale. — SERGENT (Ed.) et SERGENT (El.) : L'assainissement de la Corse. — FERRY : Les facteurs « émotivité » et « irritabilité » chez l'aviateur suivant son état d'entraînement. — HATIEGAN : Nouv. procédé pour l'examen de la fonction excrétrice du foie. — CESTAN et RISER : Contrib. à l'étude des dissociations des réactions du liquide céphalo-rachidien au cours de la syphilis du névraxe. — BAYEUX : Grippe et injections sous-cutanées d'oxygène. — N° 7 (Févr.) BOSC : La maison maternelle de l'hôpital de Tours. — EMILE-WEIL : Les états typhiques en 1921 à l'hôpital Tenon. — TRÉMOLIÈRES et COLOMBIER : Traitement de la tuberculose pulmonaire par la radiothérapie des organes hématopoïétiques. — RÉMOND et MINVIELLE : Sur un cas de cancer primitif de la plèvre. — SILHOL : Ostéoarthrite juvénile : pseudo-coxalgie droite : pseudo-luxation congénitale gauche.

The Journal of Hygiene (Londres), t. XX, n° 3 (Nov. 1921). TOPLEY, BARNARD et WILSON : Nouv. méth. pour obt. des cultures avec des cellules bactériennes isolées. — TOPLEY, WEIR et WILSON : Rapports entre les divers membres du groupe de bactéries *B. enteritidis-B. paratyphosus* B. — YOUNG : Epidémiologie de la fièvre rhumatismale. — Sir D. BRUCE : La fièvre des tranchées. — GALE : Epidémiologie d'une explosion de fièvre cérébrospinale à Hong-Kong.

8° Géographie et Colonisation

Annales de Géographie, t. XXXI, n° 169 (15 janv.). DUMAS : Le partage de la Haute-Silésie. — DEMANGEON : Problèmes britanniques. — ZIMMERMANN : La population de la France en 1921. — BERNARD : Le recensement de 1921 dans l'Afrique du Nord. — GALLOIS : Un atlas agricole américain. — BARRÉ : Les industries australiennes.

INFORMATIONS

L'éducation par le cinématographe. — Depuis longtemps l'application du cinématographe à l'enseignement est une question à l'ordre du jour; il semble qu'on vienne d'entrer dans la voie de la réalisation avec une formule nouvelle.

La SOCIÉTÉ PATHÉ CONSORTIUM CINÉMA vient de conclure une entente avec les MAISONS D'EDITIONS : LAROUSSE, GAUTHIER-VILLARS, GASTON DOIN, DELAGRAVE, dans le but de créer l'instrument de cette nouvelle pédagogie.

Le film commenté par le livre, le livre illustré par le film, telle est la formule.

Sous la direction de Médecins, d'Ingénieurs, de Professeurs et de Membres de l'Enseignement réputés, il sera publié simultanément avec les films et conformément aux programmes d'Enseignement, de petites brochures appelées livrets cinématographiques et des livres correspondant à des ensembles de films.

La SOCIÉTÉ PATHÉ CONSORTIUM CINÉMA filmera notamment une série d'opérations chirurgicales faites en dessins animés qui seront au point de vue enseignement d'un intérêt de tout premier ordre.

LIVRES REÇUS

Tous les livres reçus par la Revue *sont signalés sous cette rubrique avec une brève indication de leur contenu, sans préjudice de l'analyse critique dont ils pourront être ultérieurement l'objet dans la partie bibliographique de la* Revue.

1° Sciences physiques

BIGELOW (F.H.) : *The two-orbit theory of radiations*. 1 broch. in-8° de 37 p. avec 4 fig. Vienne, 1921.

Exposé d'une nouvelle théorie de l'origine de la radiation, avec application à l'Astrophysique.

JANET (P.) : *Problèmes et exercices d'Electricité générale*. 1 vol. in-8° de 253 p. avec 91 fig. (Prix :). Gauthier-Villars et Cie, Paris, 1921.

Ces exercices, où toutes les lois élémentaires de l'électricité entrent en jeu, ne font appel qu'à des quantités parfaitement définies et ayant un sens concret.

2° Sciences naturelles

DE LAUNAY (L.) : *Géologie et Minéralogie appliquées à l'Art de l'Ingénieur*. 1 vol. gr. in-8° de 418 p. avec 288 fig. des *Grandes Encyclopédies industrielles* (Prix : 40 fr.). J.-B. Baillière et fils, Paris, 1922.

La première partie de l'ouvrage constitue un rappel des notions fondamentales de Géologie théorique; la seconde indique leur application aux cartes géologiques, aux problèmes de la métallogénie, aux grands travaux publics et à l'étude des eaux souterraines.

SIRKS (M.J.) : *Handboek der algemeene Erfelijkheidsleer*. 1 vol. gr. in-8° de x-494 p. avec 127 fig. et 5 pl. (Prix : 15 flor.) Martinus Nijhoff, La Haye, 1922.

Exposé très complet de l'ensemble de nos connaissances sur l'hérédité générale (méthodes d'étude, expériences, résultats, théories).

BORDAS (L.) : *Etude anatomique et histologique de l'appareil digestif des Lépidoptères adultes*. 1 broch. in-8° de 76 p. avec 34 fig. Sans lieu, ni date.

Exposé des recherches de l'auteur ayant porté sur 47 espèces de papillons.

3° Sciences médicales

MACKENZIE (Sir J.) : *L'Avenir de la Médecine*. Traduit par le Dr F. FRANÇON. 1 vol. in-8° de VIII-272 p. avec 28 fig. (Prix : 12 fr.). Librairie F. Alcan, Paris, 1922.

L'auteur expose d'abord ses réflexions sur les tendances actuelles de l'éducation et des recherches médicales, puis l'histoire de ses découvertes et termine en indiquant les principes et les méthodes que son expérience lui a montré les meilleurs.

RATHERY (F.) : *Le diabète sucré*. 1 vol. in-16 de 294 p. de la *Bibliothèque des connaissances médicales* (Prix : 7 fr. 50). Ern. Flammarion, Paris, 1922.

L'auteur retrace toutes les recherches récentes concernant cette maladie et la revision qui s'est imposée concernant le métabolisme général au cours du diabète et la thérapeutique de cette affection.

4° Sciences diverses

SEGOND (J.) : *L'imagination. Etude critique*. 1 vol. in-16 de 296 p. de la *Bibliothèque de Philosophie scientifique* (Prix : 7 fr. 50). Ern. Flammarion, Paris, 1922.

L'auteur, en se plaçant au point de vue de la critique de la connaissance, a tenté de construire, dans ses grandes lignes, une philosophie de l'imagination.

SOMMAIRES DES JOURNAUX SCIENTIFIQUES

1° Périodiques généraux

Proceedings of the Cambridge philosophical Society (Cambridge), t. XXI, part. I (Févr.). HARDY et LITTLEWOOD : Quelques problèmes d'approximation diophantine : les séries trigonométr. assoc. avec les fonctions thêta ellipt. — GLASSON : quelques particularités des trajets d'ionisation de Wilson et explication possible. — WAGSTAFF : Détermin. du coeffic. de viscosité du mercure. — ID. : Méth. de laborat. pour déterminer le module de Young d'un couvre-objet de microscope. — WIGERT : Sur un problème concernant la fonction ζ de Riemann. — PEASE : La théorie de Morgan pour le plumage de poule chez les coqs. — HAVILAND : Bionomique de certains hyménoptères parasites. — HARTRIDGE : Méth. d'essai des objectifs de microscopes. — BRISTOWE : Les Insectes et Arachnides de Jan Mayen.

Proceedings of the Royal Society of Edinburgh (Edimbourg), t. XLI, part II. BRIGGS : Analyse expérim. des pertes par évaporation de l'air liquide contenu dans des vases à vide. — MUIR : Sur un continuant de Cayley de 1874. — KIDSTON : Les plantes du Vieux Grès rouge, à structure, des couches de Rhynie (Abeerden). IV-V. — BRIGGS et COOPER : L'adsorption des gaz sous pression. — GILCHRIST : Utilisation de NaOH solide pour absorber CO^2. — LEVY : Critère pour l'écoulement stable d'un fluide dans une conduite uniforme. — RAMAGE : Les conditions du mirage sur la route de Queensferry. — FAIRGRIEVE : La répartition annuelle de l'intelligence, et ses mesures d'après les essais faits sur l'armée américaine. — TURNER et CROMBIE : Expér. avec une balle de sureau dans une atmosphère ionisée.

Journal of the Washington Academy of Sciences (Easton, Pa.), t. XII, n° 4 (19 févr.). BROOKS : Le savant dans le Service fédéral des E.-U.

Journal of the Franklin Institute (Philadelphie), t. CXCII, n° 2, (Févr.). Sir J. DEWAR : Etudes sur les pellicules liquides. — HULL : Les structures cristall. des éléments communs. — HUMPHREYS : Brouillards et nuages. — MC KEEHAN : Effet de la forme et des dimensions de l'échantillon sur l'exactitude de l'analyse des cristaux par les rayons X par la méth. des poudres.

Archives des Sciences physiques et naturelles (Genève), 5e pér., t. IV (Janv.-Févr.). C. E. GUYE : Sur la loi de Paschen généralisée au cas de diélectriques polarisables. — JAQUEROD et MUGELI : Rech. sur les anomalies diélectr. du verre de silice. — C. E. GUYE et MERCIER : Rech. complément. sur le potentiel disruptif dans CO^2 aux pressions élevées. — MUHLESTEIN : Les traces des particules α sur la plaque photograph. — GAUTIER : Observ. météorol. faites aux fortifications de Saint-Maurice pend. l'année 1921.

The Philosophical Magazine and Journal of Science (Londres), n° de janvier 1922. NICHOLSON : Harmoniques zonales du second type. — MURNAGHAN : La dérivation des champs de gravitation symétr. — BRONSTED et HEVESY : La séparation des isotopes du Hg. — MC LEOD : Les retards des thermomètres. — I'A BROMWICH : La stabilité cinétique. — LOUGH : Les tons de battement des tuyaux d'orgue sur-soufflés. — HINSHELWOOD et HARTLEY : La probabilité de la cristallisation spontanée des liquides surfondus. — MANLEY : L'isolement des fils fortement atténués dans les thermomètres à résistance de platine. — PRESCOTT : Les équations d'équilibre d'une plaque élastique sous pression normale. — TIMOSHENKO : Les vibrations transversales des barreaux de section uniforme. — ANDERSON : Potentiels scalaires et vectoriels dus aux charges électr. mobiles. — RICHARDSON : Note sur la gravitation. — HUGHES : Rayons X caractérist. de Bo et C. — RICHARDSON et ROBERTSON : Effet des gaz sur la différence de potentiel de contact entre les métaux à diverses températures. — EDDINGTON : La signification des équations gravitationnelles d'Einstein en fonction de la courbure du monde. — APPLETON et VAN DER POL : Un type d'hystérèse d'oscillation dans un générateur triodique simple. — RATNER : Phénom. de polarisation dans les tubes à rayons X. — JOFFE et KIRPITCHEVA : Roentgénogrammes des cristaux soumis à des déformations. — ROBB et APPLETON : Solution graphique d'une classe d'équations différentielles relatives à la t. s. f. — MALLIK et DAS : Sur certains types de décharge électr. — SUCKSMITH : Applic. de l'ultra-micromètre à la mesure de petites augmentations de température. — WARAM : Cas intéressant de désintégration mécanique causée par les ions positifs. — LOEB : L'affinité relative de quelques molec. gazeuses pour les électrons.

The Philippine Journal of Science (Manille), t. XIX, n° 4 (Oct.). REINKING et GROFF : L'orange siamoise sans pépins de Kao Pan et sa culture. — GEBIEN : Les Ténébrionides philippins. II. — BANKS : Un Némestrinide philippin.

2° Astronomie et Météorologie

Monthly Weather Review (Washington), t. XLIX, n° 10 (Oct.). VAN CLEEF : Cartes pluviométr. de l'Amérique latine. — WEITZ : Quelques types de pluies latino-américaines. — HESSLING : Relation entre la pluviosité, la température et la récolte de froment en Argentine. — HAMRICK : Lutte contre la gelée des

arbres fruitiers dans la grande vallée du Colorado. — HORTON : Résultats d'observations d'évaporation. — HUMPHREYS : La charge élect. de l'atmosphère et la hauteur barométr. — FUJIWHARA : Cartes de pression à 3 km. au Japon. — N° 11. (Nov.). DE C. WARD : Caractéristiques des températures aux E.-U. — GORCZYNSKI : Sur les dépressions observées dans les valeurs de l'intensité de la radiation solaire. — TULLSON : Prolongation de l'activité des plantes à Grand Haven (Mich.) en automne 1920. — MOORE et CORLETT : Analyse des précipitations d'été à Mount Vernon (Iowa). — Supplém. n° 17. BATES et HENRY : Expér. sur le débit des cours d'eau à Wagon Wheel Gap (Colorado).

3° Art de l'Ingénieur

Journal of the Royal Society of Arts (Londres). t. LXX, n° 3614 (24 fevr.). WILCOCK : L'impression des surfaces par des rouleaux dans l'industrie du coton. — N° 3615 (3 mars). TURNBULL : Les bois de la Colombie britannique.

Revue de Métallurgie, t. XIX, n° 1 (Janvier). PRACHE : La fonte aciérée. — SEIGLE : Renseignements généraux à tirer de la composition des gaz de hauts-fourneaux. — CORNU-THÉNARD : Importance de la température, de la charge dans l'élaboration de l'acier au convertisseur. — CHEVENARD : Nouv. modèle d'analyseur thermique industriel. — ROSENHAIN, ARCHBUTT et HAMSON : XI° Rapport du Comité des rech. sur les alliages d'Al.

Revue universelle des Mines, de la Métallurgie, des Travaux publics (Liége), 6° sér., t. XII, n° 3 (1er fevr.). HANOCQ : A propos du calcul des pertes de charge dans les conduites forcées. — GÉRARD : Standardisation (provisoire) des cornières égales. — HUBERT : Evolution des installations de force motrice aux Etats-Unis. — DEFIZE : Les commissions d'études du combustible (*fin*). — GILARD : Le verre de quartz (*suite*). — LEDRUS : Les spectres de rayons X.

Revue universelle des Mines, de la Métallurgie, des Travaux publics (Liége), 4e sér., t. XII, n° 4 (15 févr.). LEBEAU : Calcul des pertes de charge dans les conduites d'air, de vapeur et d'eau, d'après de nouv. rech. sur le coeffic. de résistance à l'écoulement. — HOUBAER : Fonderie d'acier moulé de la Fabrique italienne d'automobiles à Turin. — HUBERT : Les centrales thermiques aux Etats-Unis. — ID. : Suppression du gaspillage dans l'industrie. — SCOUMANNE : Les régulateurs limiteurs d'intensité et la protection des réseaux contre les surintensités. — DEFIZE : L'industrie houillère en Hollande en 1920. — LEDRUS : Les spectres des rayons X (*suite*). — GILARD : Le verre de quartz (*fin*).

4° Sciences physiques

The Physical Review (Lancaster et Ithaca), 2e sér., t. XIX, n° 1 (Janv.). CADY : Théorie des vibrations longitudin. des barreaux visqueux. — HEAPS : Effet de la direction du champ sur la magnéto-résistance. — COSTER : Le principe de combinaison et la loi de Stokes dans la série des rayons X. — L. B. LOEB : La mobilité des électrons dans l'azote pur. — SWANN : Expér. sur l'induction électromagnét. et le mouvement relatif. — HEWLETT : Un nouv. générateur de tons. — KLOPSTEG : Mesure d'intervalles de temps avec un galvanomètre ayant les caractéristiques d'un fluxmètre. — JAUNCEY : L'effet de l'amortissement sur la largeur des lignes du spectre des rayons X. — COMPTON : La largeur des lignes du spectre des rayons X.

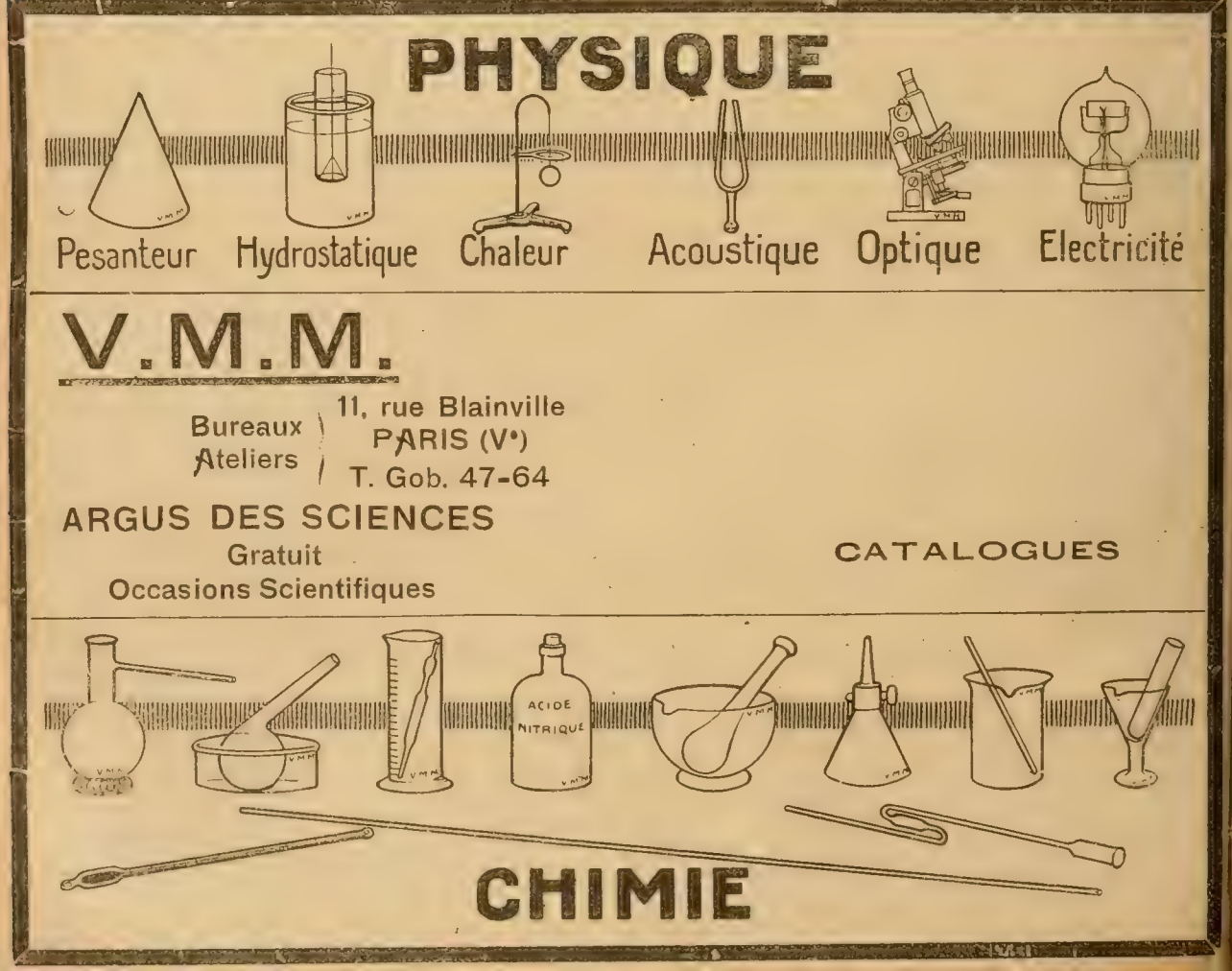
Scientific Papers of the Bureau of Standards (Washington). n° 427 (21 déc.). BREIT : Quelques effets de la capacité distribuée entre des bobines d'inductance et le sol.

Bulletin de la Société française des Electriciens, 4e sér., t. I, n° 9 (Nov.). DUTHIL : Appareils électromagnét. de mesures. — BÉTHENOD : Sur le calcul des moteurs électr. appliqués au démarrage des moteurs à explosion.

Anales de la Sociedad española de Física y Química (Madrid), t. XIX, n° 186 (Oct. 1921). GARCIA BANUS et THOMAS : Etude sur les dér. du biphényle. II. Sur quelques dér. de l'aminobiphényle. — FERNANDEZ et CARMENDIA : La réaction d'Endo. Contrib. à l'étude de la biologie du *B. coli*.

Bulletin de la Société chimique de France, 4e sér., t. XXXI, n° 2 (Févr.). BAUME : Rech. physico-chim. sur les gaz liquéfiés. — BOURGEOIS : Proc. simple pour obt. du gypse cristallisé. — CANALS : Dosage de Ca et Mg dans différents milieux salins. — DETŒUF : Monochlorurée. Prépar. de chlorhydrines par act. sur les carbures éthyléniques (*suite*). — LEBEAU et PICON : Act. du sodammonium sur la pyridine. Prépar. de l'hydrate de tétrahydrodipyridyle. — LOMBARD : Act. de l'ac. azoteux sur les iodures en présence d'oxygène.

The Journal of the American chemical Society (Easton, Pa.). t. XLIV, n° 1 (Janv.). DAVIDHEISER et PATRICK : L'adsorption de NH^3 par le gel de silice. — LOOMIS : Etude du syst. NH^3-Mg-Hg. Formation d'hexammoniate de Mg. — LARSON et WHITE : Méth. pour déterm. des traces d'O dans l'H. — GOODE : Appar. d'électro-titration à lecture continue. — WYCKOFF et POSNJAK : Les structures cristall. des halogénures cuivreux. — MULLIKEN et HARKINS : La séparation des isotopes. Sépar. expérim. du mercure par évapor. dans le vide. — HOLMES et CAMERON : Le nitrate de cellulose comme agent d'émulsion. — ID. et ID. : Emulsions chromatiques. — TOLMAN : La relation entre la Mécanique statistique et la Thermodynamique. — LATIMER : La distrib. de l'énergie thermique dans les tétrachlorures de C, Si, Ti et Sn. — FORBES, ESTILL et WALKER : Les périodes d'induction dans les réact. entre les thiosulfates et les arsénites ou arséniates. — WALTON et WISE : Equilibre



Touristes!!! dans vos excursions emportez le VÉRASCOPE RICHARD

BREVETÉ S. G. D. G.

Quel que soit le temps, vous ferez d'admirables photographies

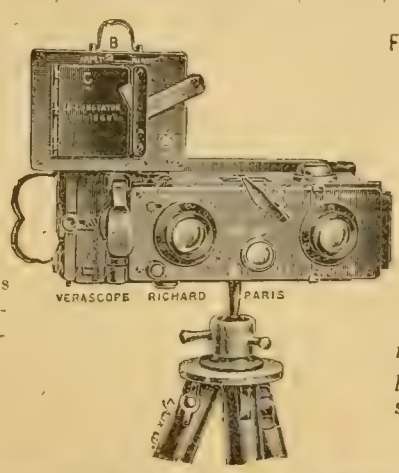
10, RUE HALÉVY (OPÉRA)

Le Vérascope est

ROBUSTE
PRÉCIS
PARFAIT
ÉLÉGANT

Les explorateurs, les coloniaux, les missionnaires, les alpinistes, les touristes, les amateurs proclament hautement que le Vérascope est la

Merveille photographique



FORME CORRECTE
GRANDEUR EXACTE
PERSPECTIVE JUSTE
COULEUR VRAIE

Nouveauté!

MAGASIN POUR PELLICULES EN BOBINES

BREVETÉ S. G. D. G.

interchangeable avec le magasin pour plaques et se chargeant instantanément en plein jour.

Pour les débutants le **GLYPHOSCOPE**

pour plaques 45 × 107 a les qualités fondamentales du **Vérascope**

Demander les Notices illustrées, envoyées franco : 25, RUE MÉLINGUE, PARIS

Exposition et vente de dispositifs vérascopiques : 7, rue Lafayette (près l'Opéra)

Ancienne Maison CH. VERDIN, ✻, ✪, ✠

G. BOULITTE, Succ'

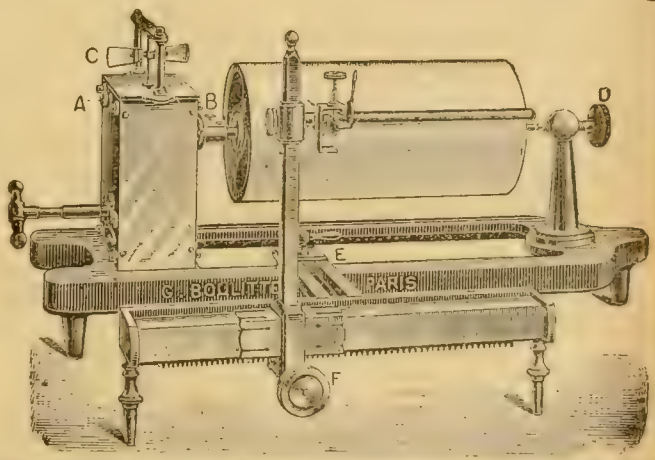
Ingénieur-Constructeur à PARIS

15 à 21, rue Bobillot, PARIS (13e)

(anciennement 7, rue Linné)

Appareils de précision pour la PHYSIOLOGIE et la MÉDECINE

ENREGISTREURS, MOTEURS ÉLECTRIQUES A VITESSE CONSTANTE, CHRONOGRAPHES, CHRONOSCOPES, SIGNAUX ÉLECTROMAGNÉTIQUES DE M. DEPREZ, ÉLECTRODIAPASONS, MANOMÈTRES, DYNAMOMÈTRES, SPHYGMOGRAPHES, ETC.



dans le syst. : Li Cl-quinoline. — MC KELVY et SIMPSON : Equilibres dans les syst. : CS^2-alcool méthyl. et CS^2-alcool éthyl. — BICHOWSKY : Equilibre dans une réact. entre SO^2 et H^2O. — ARRHENIUS : Analyse quantit. par centrifugation. — — BISHOP, KITTREDGE et HILDEBRAND : Titrations dans l'alcool éthyl. comme solvant. — NICOLET et COX : Les acides en C^{18}. III. — MARVEL et GOUID : La prépar. des comp. dialkylmercuriques au moyen du réactif de Grignard. — RAIFORD : La nitration des phénols halogénés. — SHERMAN, LA MER et CAMPBELL : La détermin. quantit. de la vitamine antiscorbutique (vitamine C). — ID., ID., et ID. : Effet de la température. et de la concentr. en ions H sur le taux de destruction de la vitamine antiscorbutique. — UPSON et THOMPSON : Prépar. et propriétés de divers ac. phénylakylsucciniques. — SCHŒPFLE : Le di-α-naphtylphénylcarbinol et le di-α-naphtylphénylméthyle. — THOMAS et KELLY : Le point isoélectr. du collagène. — MILLIGAN et REID : Le transfert de l'H d'un alcool à un aldéhyde. — ID. et ID. : L'éthylation du benzène et du napthalène. — CLARCK : Méthode perfectionnée de préparation du raffinose. — LOEB : La signific. du point isoélectr. pour la prépar. de la gélatine exempte de cendres.

Chimie et Industrie, t. VII, n° 2 (Févr.). GUILLET : Les phénom. de trempe et leur généralisation. — AB-DER-HALDEN : La distill. continue du goudron de houille pour entrainement à la vapeur d'eau. — ROLANDS : Les eaux résiduaires et leur traitement. — DE PERDIGUIER : Nouv. proc. de fabric. de la cellulose et de blanchiment des pâtes de succédanés par le chlore. — DEPASSE : Les usines d'extraits de châtaignier. — LE BRETON : Fabric. intensive de l'ac. sulfurique. — HAUSER : L'industrie tchécoslovaque. — GALL : L'industrie allemande des prod. colorants. — LORMAND : Conservation et protection des eaux.

5° Sciences naturelles

Comptes rendus des séances de la Société de Biologie, t. LXXXVI, n° 7 (18 février). BESSON et DE LAVERGNE : Applic. du phénomène de Theobald et Dorothea Smith à la différenciation des différentes races de paratyphiques B. — ID. et ID. : Les milieux au vert malachite et la recherche des *Salmonella* dans les selles. — CHAUFFARD, BRODIN et GRIGAUT : Diffusibilité clinique comparée de l'ac. urique et de l'urée. — HERELLE : Sur les antilysines d'origine bactérienne. — LEGENDRE : Action de l'étirement et de la striction sur les fibres nerveuses. — LISBONNE, BOULET et CARRÈRE : Sur l'obtention du principe

bactériophagique au moyen d'exsudats leucocytaires *in vitro*. — LOEPER et DEBRAY : Variations physiolog. de la pepsinémie. — ID., ID. et TONNET : L'action de l'autosérothérapie sur les albumines et les lipoïdes du sérum cancéreux. — MARINO : Immunisation du cobaye contre le charbon et questions relatives à l'immunité anticharbonneuse. — METALNIKOW : Les changements des éléments du sang de la Chenille (*Galleria mellonella*) pendant l'immunisation. — MOUGEOT : L'origine périphérique des ondes pléthysmographiques respiratoires chez l'homme, leur identification avec les ondes de Traube-Hering. — PIETTRE et SOUZA : Isolement des levures en milieux acides. — ID. et ID. : Milieux acides pour l'isolement des Champignons. — SALOZ et GRUMBACH : Le diagnostic de la scarlatine par la déviation du complément. — SERGENT (Etienne et Edmond) : Etude expérim. du paludisme des oiseaux. Un même lot de moustiques peut infecter successivement 3 sujets. — VIOLLE : Rythme de l'élimin. des chlorures au cours de néphrites hydropigènes. — AUBERTIN : Valeur pratique de l'hémoclasie digestive, signe d'insuffisance hépatique. — BONNEFON : L'action analgésique de l'adrénaline dans certaines formes de névralgie ophtalmique. — CREYX : Fréquence comparative et déterminisme du signe du son de Pitres, dans diverses affections de la plèvre et du poumon. — DUFRENOY : La gommose du bois de châtaignier. — PACHON et PETITEAU : Sur la réalité du caractère bifide de la secousse réflexe patellaire. — ARON et SIMON : Rech. sur les facteurs d'accroissement des os longs par la méthode des greffes embryonnaires. — BLUM, VAUCHER et AUBEL : L'action diurétique des sels de strontium. — BORREL, COULON, BOEZ et QUIMAUD : Milieu synthétique pour la culture du bac. tuberculeux. — KILLIAN et LAGARDE : Observ. sur un *Coremium*. — STROHL et DOGNON : Procédé pour obtenir des courants électriques brefs, d'intensité constante à travers le corps humain. — ABEL et BRENAS : Des variations du taux leucocytaire chez le nourrisson. — BONNET et HAUSHALTER : Sur la mise en évidence de l'urée dans les tissus au moyen du xanthydrol. — ETIENNE et VÉRAIN : Répartition de l'urée dans le sang. — HERMANN et REMY : Action cardio vasculaire de l'extrait aqueux du suc d'Ortie grièche. — LIENHART : Expér. sur l'origine de la faune cavernicole. — PARISOT et SIMONIN : Réactions locales à l'inoculation d'auto-vaccins, étude pathogénique. — PERRIN et REMY : Effets généraux des injections d'extrait de suc d'Ortie grièche. — AQUINO : Proleucoblastes. — ARRILAGA, GUGLIEMETTI et WALDORP : Action comparée de la quinine et de la quinidine sur la fibrillation auriculaire expérim. — GRAPIOLO, FOSATTI et PALAZZO : Un cas de spirochétose ictéro-hémorragique. — HOUSSAY et MAZZOCCO : Composition de l'urine et du sang des chiens privés d'hypophyse. — ID., OTERO, NEGRETE et MAZZOCCO : Action des venins coagulants de serpents sur le sang. — LAFARGA : La réaction de la salive et son influence possible sur les caries dentaires. — PICO et MURTAGH : Dosage du chlore dans les tissus. — PUENTE : Technique facile pour la coloration des Spirochètes dans les frottis. — N° 8 (25 février). CRUVEILHIER : Vaccinothérapie dans le chancre mou. — LOEPER et DEBRAY : L'accroissement de l'activité peptique du sérum dans l'imperméabilité rénale. — POLONOVSKI et AUGUSTE : Répartition de l'azote dans le liquide céphalorachidien. — WERTHEIMER : Sur l'hyperexcitabilité des muscles de la grenouille après la mort. — CLUZET et CHEVALLIER : Action de l'émanation du thorium en inhalation sur les éléments figurés du sang. — GAUTIER : Glycosurie par ablation des poumons chez la Grenouille. — GUILLIERMOND : Sur la formation des grains d'aleurone et de l'huile dans l'albumen de ricin. — ID. : Sur l'origine et la signification des oléoplastes. — MAIGNON : Conséquences de la spécificité d'organe des diastases tissulaires. — ID. : De l'existence des diastases de synthèse. — NOEL : Sur l'existence d'une zone de suppléance dans le lobule hépatique. — PAPADAKIS : Sur l'existence d'une copulation hétérogamique dans *Pichia farinosa*. — WEILL, DUFOURT et CHAHOVITCH : Utilisation de la réaction de Pandy pour le diagnostic des méningites et des états méningés fonctionnels. — GABRIEL : Cécidies de *Vaucheria aversa* produites par *Notommata Wernecki*. — BIE : La sérothérapie a-t-elle pour effet de hâter le détachement des fausses membranes diphtériques. — CHRISTENSEN : Sur le classement par types de Pneumocoques, par fixation du complément après absorption. — CHRISTIANSEN : Deux cas de mycose généralisée chez le porc, déterminés par des Mucorinées. — KRISTENSEN : Sur l'apparition du bacille de Pfeiffer dans une épidémie de grippe, à Copenhague, janvier 1922. — LARSEN : Les équations chromatiques. — ID. : Sur la répartition de l'intensité dans le spectre. — THOMSEN : Recherches sur la dégénérescence du nerf optique.

Boletin de la Real Sociedad española de Historia natural (Madrid), t. XXI, n° 9 (Nov.). FERNANDEZ NAVARRO et CASTRO BAREA : La bolivarite, nouv. espèce minérale. — FERNANDEZ NAVARRO et CARANDELL : Le bord de la Meseta tertiaire à Alcala de Henares. II. — HERNANDEZ-PACHECO : Physiographie du Miocène aragonais. — ID. : Découverte de peintures rupestres à Tivisa (Tarragone). — CARBALLO : Le Néolithique dans le Nord de l'Espagne. — MARTINEZ DE LA ESCALERA : Esp. nouv. d'*Asida* de la Péninsule ibérique. — DEL RIO HORTEGA : Technique simple pour teindre rapidem. les neurofibrilles et les fibres nerveuses. — ID et JIMENEZ ASUA : Nature et caractère de la trame réticulaire de la rate. — N° 10 (Déc.). CASTELLARNAU : Terminologie botanique. — SAN MIGUEL DE LA CAMARA : Etudes géolog. du massif crétacique de l'Est de la prov. de Burgos. — LOPEZ NEYRA et MUNOZ MEDINA : Le *Dipylidium quinquecoronatum* n. sp. parasite intestinal du chat domestique. — MARTINEZ DE LA ESCALERA : *Id.* (*suite*). — DEL RIO HORTEGA : Sur l'existence de filaments spéciaux à l'intérieur des cellules hépatiques. — ID. : Sur les granulations argentophiles et autres structures des cellules rénales. — ALBERGA : Sur la nature et la signification des filaments épidermiques d'Herxheimer.

Journal of Genetics (Cambridge), t. XI, n° 3 (Déc.). MIYAZAWA : Formes naines chez l'orge. — PARNELL : Rech. de la ségrégation par l'examen du pollen du riz. — BEER : Cytologie et génétique du genre *Fuchsia*. — HUXLEY : Liaisons chez le *Gammarus chevreuxi*. — PUNNETT et PEASE : Etudes de génétique sur la volaille. IV. — SALMON et WORMALD : Etude de la variation des plantules de houblon sauvage. — BATESON et GAIRDNER : La stérilité mâle chez le lin, soumis à 2 types de ségrégation. — ONSLOW : Hérédité de la couleur des ailes chez les Lépidoptères. VI. *Diaphora mendica*. VII. Mélanisme chez l'*Hemerophila abruptaria*. — SMITH : Remarques sur la méth. de calcul proposée par Trachtenberg pour les croisements dialléliques.

Bulletin agricole de l'Institut scientifique de Saïgon, t. III, n° 12 (Déc.). LE LOUET : Une épizootie de barbone. Vaccinations et résultats. — VINCENS : Une maladie du collet des Crotalaires au Tonkin. — VERNET : Essai de distillation de feuilles de camphriers du Tonkin. — CARLE : Essai de propagande et d'organisation du contrôle de la diffusion des semences de riz sélectionnées. — HASKELL : La maladie de la canne à sucre dite « maladie de Fiji ». — SPOON : L'emploi du chinosol dans la coagulation du latex d'hévéa. — BLANCHARD DE LA BROSSE et MURAT : Etude sur la *Cinnamomum camphora* en Annam.

Bulletin de la Société Centrale d'Aquiculture et de Pêche, t. XXVIII, n° 4-6 (Avril-Juin 1921). J. LECLERC : Conservation des filets de pêche. — JACQUES PELLEGRIN : Les Poissons des eaux douces de la Nouvelle-Calédonie. — JOSEPH GENSOUL : De l'acclimatation de quelques Poissons en eau libre.

The Bristish Journal of Psychology (Londres), **Section générale**, t. XI, n° 3 (Déc.). THOMSON : Les tests mentaux du Northumberland. — GRANIT : Etude sur la perception de la forme. — HARTRIDGE : Critique de l'hypothèse de Wrightson sur l'audition. — FEASEY : Quelques expér. sur les anesthésiques. — FILDES et MYERS : Gaucherie et renversement des lettres (écriture en miroir). — BRADFORD : Facteurs des tests mentaux. SMITH : L'emploi du réflexe psychogalvanique. — STURT : Comparaison de la vitesse avec l'exactitude dans le processus d'éducation.

6° Sciences médicales

Bulletin de l'Académie de Médecine, t. LXXXVII, n° 8 (21 févr.). BÉCLÈRE : Le traitement de l'érythrémie ou maladie de Vaquez à l'aide des rayons de Roentgen. — LIVET : L'aérophagie et son traitement. — GUILLEMINOT : Sur la chronaximétrie en clinique. — HATIEGAN : Hyperperméabilité hépatique; un nouv. symptôme dans le diabète. — N° 9 (28 févr.). GUÉNIOT : Hygiène de l'esprit : la faculté de ne penser à rien. — GABRIELIDES et GUIART : La myose oculaire à *Oestrus ovis* à Constantinople. — BÉCLÈRE, CHEVROTIER et LUMIÈRE : Nouv. matériel de protection contre les rayons X. — BOQUET et NÈGRE : Sur le traitement spécif. d'une affection mycosique, la lymphangite épizootique des Solipèdes. — N° 10 (7 mars). MARINESCO : L'opération de Steinach peut-elle réaliser le rajeunissement de l'organisme animal? — VAQUEZ : A propos du traitement de l'érythrémie par la rœntgenthérapie. — LOISEL et CASTELNAU : Action des émanations à vie courte, émanations du thorium et de l'actinium, au cours des cures thermales. — FERROUX et REGAUD : Protection contre les rayons X par l'introduction de minerai de plomb dans les murs des chambres de rœntgenthérapie.

Bulletin de l'Institut Pasteur, t. XX, n° 2 (30 janv.). BESREDKA : De la vaccination contre le choléra (*fin*).

Bulletin mensuel de l'Office international d'Hygiène publique, t. XIV, n° 1 (Janv.). FAIVRE : La lutte antivénérienne en France dans la population civile. — VELGHE : De l'organisation et du fonctionnement des œuvres d'hygiène infantile en Belgique.

Archives internationales de Pharmacodynamie et de Thérapie (Bruxelles-Paris), t. XXVI, fasc. I-II. MAY : L'excito-stimulation de l'éther en injection hypoderm. est due uniquement à l'action locale. — HEYMANS : La respiration artific. et le massage du cœur en cas d'arrêt respiratoire par les anesthésiques. — BURRIDGE : Expér. sur l'action de NaBr sur le cœur. — MAGOS : Pénétration du chloroforme dans l'organisme. — ID. : Idiosyncrasies au chloroforme. — PICCININI : Cryoscopie des tissus dans la perfusion avec H^2O. — BUSQUET : Origine mécanique de l'act. tonicardiaque de l'or colloïdal. — RICHAUD : Etude pharmacothérapique sur le bromhydrate de cicutine. — TATE et CLARK : Act. de K et Ca sur l'utérus isolé. — BURRIDGE : Expér. avec la cocaïne. — HEYMANS et MAIGRE : Act. hyperthermisante du bleu de méthylène. — MARFORI : L'adrénaline est-elle une hormone? — GARINO : Sur la formation dans l'organisme des composés de la série chloroformique par décompos. des subst. de la forme $CX^3.CO.CO.NH.CO.NH^2$.

7° Géographie et Colonisation

Bulletin du Comité d'Etudes historiques et scientifiques de l'Afrique orientale française, n° 4 (Oct.-Déc. 1921). HOUARD : Saignées d'*Hevea medeiros* de la plantation de Sakété en 1916-17-18. — FRITEL : Sur deux fruits fossiles trouvés au Sénégal, dans l'Eocène moyen. — PERAGALLO : Diatomées du dépôt de Foum-Hadjar (Mauritanie). — CHÉRON : Essai de langue minianka. — JACQUIER : En marge du journal de voyage de René Caillié. — MODAT : La société berbère mauritanienne à la fin du XIe siècle. — SOLICHON : Croyances et superstitions dans le Bas-Dahomey. — BENQUEY : Considér. sur l'Islam africain (Haute Côte d'Ivoire).

LIVRES REÇUS

Tous les livres reçus par la Revue *sont signalés sous cette rubrique avec une brève indication de leur contenu, sans préjudice de l'analyse critique dont ils pourront être ultérieurement l'objet dans la partie bibliographique de la* Revue.

1° Sciences mathématiques

CARTAN (E.) : *Leçons sur les Invariants intégraux.* 1 vol. in-8° de x-210 p. (Prix : 20 fr.). Librairie scientifique J. Hermann, Paris, 1922.

Cet ouvrage reproduit un cours professé par l'auteur à la Faculté des Sciences de Paris. Il y confronte la notion d'invariant intégral avec celle de forme intégrale.

BOREL (Em.) : *L'Espace et le Temps.* 1 vol. in-16 de 245 p. de la *Nouvelle Collection scientifique* (Prix : 8 fr.). Librairie Félix Alcan, Paris, 1922.

L'auteur s'est proposé non de donner un exposé didactique, mais de faire en quelque sorte une promenade autour des théories d'Einstein et d'en décrire quelques aspects.

BECQUEREL (Jean) : *Le Principe de Relativité et la Théorie de la Gravitation.* 1 vol. in-8° de 342 p. avec 21 fig. (Prix : 25 fr.). Gauthier-Villars et Cie, Paris, 1922.

Exposé didactique des théories d'Einstein et de ses disciples, divisé en deux parties : 1° La relativité restreinte; 2° La relativité généralisée; gravitation et électricité.

MIE (Gust.) : *La Théorie einsteinienne de la Gravitation.* 1 vol. in-12 de XII-120 p. (Prix : 4 fr. 50). Librairie scientifique J. Hermann, Paris, 1922.

L'auteur expose les idées directrices sur lesquelles peut s'édifier la théorie de la gravitation sous sa forme actuelle, de sorte que son ouvrage est plutôt une analyse critique des principes fondamentaux de la théorie qu'une étude de cette théorie elle-même.

HALDANE (Lord) : *Le règne de la Relativité.* Traduction française de H. DE VARIGNY. 1 vol. in-8° de 590 p. (Prix : 30 fr.). Gauthier-Villars et Cie, Paris, 1922.

Dans cet ouvrage, l'auteur expose la base métaphysique de la relativité. Il y étudie longuement la théorie de la connaissance et les variétés et degrés de la réalité; il offre encore une comparaison critique des deux manières d'appliquer le principe de la relativité en Mathématique et en Physique dues à Whitehead et à Einstein.

LAMOTTE (M.) : *Cours de Mécanique appliquée.* 1 vol. in-8° de 282 p. avec 214 fig. (Prix : 25 fr.). Gauthier-Villars et Cie, Paris, 1922.

Ce livre expose, sous la forme la plus simple possible, quelques-unes des nombreuses questions que soulèvent les applications de la Mécanique.

LE GAVRIAN (P.) : *Les Chaussées modernes.* 1 vol. gr. in-8° de 430 p. avec 89 fig. des *Grandes Encyclopédies industrielles* (Prix : broché, 40 fr.; relié 50 fr.). J.-B. Baillière et fils, Paris, 1922.

L'auteur a rassemblé les notions éparses concernant la genèse et le développement des nouveaux modes de revêtement des routes et, s'aidant d'une pratique personnelle déjà longue, il a cherché à les adapter aux possibilités de la meilleure technique.

2° Sciences physiques

PREDESCU (Cr.) : *Procédé et appareil pour la localisation des projectiles dans le corps humain au moyen des rayons X.* 1 broch. in-8° de 20 p. avec fig. (Prix : 2 fr.). Cartea Romaneasca, Bd Academiei, 3-5, Bucarest, 1922.

Bref rappel des divers procédés radiologiques et description de la méthode de l'auteur.

PREDESCU (Cr.) : *Etude physique sur le Pétrole roumain (brut, fractions et lampants).* 1 broch. in-8° de 92 p. (Prix : 6 fr.). Cartea Romaneasca, 3-5, Bd Academiei, Bucarest, 1922.

L'auteur a déterminé les propriétés et constantes physiques (densité, réfraction, pouvoir rotatoire, viscosité, inflammabilité, etc.) des pétroles roumains et de leurs diverses fractions.

3° Sciences naturelles

CHAINE (J.) : *Anatomie comparative.* 1 vol. in-8° de 280 p. (Prix : 14 fr.). J.-B Baillière et fils, Paris, 1922.

L'auteur étudie successivement la place de l'Anatomie comparative dans les sciences, sa méthode, son but, puis il fait la critique du langage anatomique et expose les tentatives de réforme.

4° Sciences médicales

BEZANÇON (F.) : *Les bases actuelles du problème de la Tuberculose.* 1 vol. in-12 de XVI-200 p. de la collection *Science et Civilisation* (Prix : 7 fr.). Gauthier-Villars et Cie, Paris, 1922.

Cet ouvrage expose d'une façon claire et accessible à tous les grandes lignes du problème actuel de la tuberculose, ses principaux aspects et les méthodes les plus récentes employées pour la combattre.

SAHLI (H.) : *La tuberculinothérapie et le traitement intradermique.* Traduction de MM. PIOTROWSKI et BICKEL. 1 broch. in-8° de 32 p. (Prix : 4 fr.). A. Maloine et fils, Paris, 1922.

L'auteur expose les faits nouveaux concernant la nature de la tuberculine et la signification fonctionnelle des réactions dermiques et intradermiques, et décrit la technique et les résultats de sa méthode de traitement intradermique.

5° Sciences diverses

MAURAIN (Ch.) : *Répertoire de Laboratoires français.* 1 broch. in-8° de 55 p. (Prix : 2 fr.). Librairie de l'Enseignement technique, Paris, 1922.

L'auteur donne successivement le répertoire des laboratoires français par services, puis par ordre alphabétique.

Carnegie Institution of Washington. Yearbook n° 20 (1921). 1 vol. in-8° de 475 p. avec fig. et cartes. Carnegie Institution, Washington, 1922.

Compte rendu de l'activité des divers services de l'Institution pendant l'année 1921.

MAXWELL (J.) : *La Magie.* 1 vol. in-16 de 252 p. de la *Bibliothèque de Philosophie scientifique* (Prix : 7 fr. 50). Ern. Flammarion, Paris, 1922.

Pour l'auteur, la magie est la forme active d'un des éléments formateurs des sociétés, le sentiment religieux, la religion proprement dite étant sa forme passive. La magie obéit à des lois, dont il est possible déjà de formuler les principales.

SOMMAIRES DES JOURNAUX SCIENTIFIQUES

1° Périodiques généraux

Journal of the Washington Academy of Sciences (Easton, Pa.), t. XII, n° 5 (4 mars). FARIS : Quelques problèmes de la mer. — LOOMIS : Nouv. esp. du genre de Coléoptères *Trox.*

Journal of the Franklin Institute (Philadelphie), t. CXCIII, n° 2, t. CXCIII, n° 3 (Mars). BATES : Applic. de nos connaissances fondament. sur le ciment Portland à sa fabric. et à son emploi. — MC KEE : Extraction de la gasoline des schistes bitumineux. — HUMPHREYS : Brouillards et nuages (*suite*). — BIELER : Troubles des chem. de fer électr. et la détection du passage des trains électr. au moyen d'un galvanomètre.

The Philosophical Magazine and Journal of Science (Londres), n° du 1er févr. 1922. EDGEWORTH : Sur l'applic. des probabilités au mouvement des molécules gazeuses. — PERCIVAL : Méth. pour tracer les courbes caustiques. — THOMAS : La convection forcée de la chaleur d'une paire de fils fins chauffés. — HEMSALECH et DE GRAMONT : Expér. sur l'apparition des lignes d'étincelle (lignes élargies) dans l'arc. — VAVILOV : L'intensité de la fluorescence des colorants et sa dépendance de la longueur d'onde de la lumière excitatrice. — MORTON et CLOSE : La théorie de Hertz du contact des corps élastiques. — DAVIS : Le refroidissement naturel des fils par convection. BROUGHALL : La fréquence des électrons dans l'atome de néon. — POOLE : Essai pour déterminer si un temps minimum est nécessaire pour exciter la rétine humaine. — ROAF : L'analyse des ondes sonores par la cochlea. — LIDSTONE : La mesure de la viscosité absolue. — RAMAN : Phénomène du « spectre radiant ». — JONES, MORGAN et WHEELER : Sur la forme de l'onde de température s'étendant par conduction autour des sources ponctuelles et sphériques. — PARTINGTON et CANT : Chaleurs spécif. de l'ammoniaque. — BURBIDGE : L'absorption des rayons X K de l'argent dans les gaz et les mélanges gazeux. — ID. : Sur l'absorption des faisceaux étroits des rayons X. — GLASSON : Les rayons β et le nombre atomique. — CAMPBELL : Les principes fondamentaux de la recherche scientifique.

Revue philosophique, t. XCIII, n°s 3-4 (Mars-avril). FAUCONNET : L'œuvre pédagogique de Durkheim. — OMBREDANNE : La psychoanalyse et le problème de l'inconscient. — DUMAS : L'expression des émotions. II. — LALANDE : L'épistémologie de M. Meyerson et sa portée philosophique. — GROETHUYSEN : Les écrits sur Leibniz parus en Allemagne depuis 1914. — RICHARD : La crise de la science économique.

2° Astronomie et Météorologie

The Observatory (Londres), t. XLV, n° 574 (Mars.). TURNER : Sir W. H. Christie. — YAMAMOTO et DENNING : Observ. au Japon de météores probablement en relation avec la comète de Pons-Winnecke. — CORTIE : Les aires des taches solaires et les perturbations horizontales du magnétisme terrestre.

3° Art de l'Ingénieur

Bulletin de la Société d'Encouragement pour l'Industrie nationale, t. CXXXIV, n° 10 (Janv.). BELIN : L'organisation de la librairie française. — KAMMERER : La product. et l'utilisation de la vapeur. — N° 2 (Févr.) KLING : L'ignifugation des tissus et bois employés à la confection des décors de théâtres. — GUILLERY : Machine pour l'extrait des matériaux de construction. — GREBEL : Les progrès récents de l'industrie gazière. — LINDET : Machine à teiller le lin de M. Lesage. — HITIER : Notes d'agriculture.

Bulletin officiel de la Direction des Recherches scientifiques et industrielles et des Inventions, n° 28 (Février). DANIEL : Rech. sur la valeur comparée des diverses variétés de pommes à couteau pour la fabrication des gelées de luxe. — FERNBACH : Note sur l'achèvement de la fermentation des vins restés doux.

PROGRAMME

du 10e Congrès National de l'Art à l'Ecole

Mercredi 19 avril. — 10e CONGRÈS NATIONAL DE L'ART A L'ÉCOLE

Sous réserves de modifications. — Tous les Sociétaires sont de droit congressistes.

A 2 heures et demie, au Conservatoire national des Arts et Métiers, 292, rue Saint-Martin (Tramways Sébastopol ; Autobus Porte Saint-Martin ; Métro Réaumur)

Inauguration de l'Exposition Cinématographique

— Section de l'Enseignement —

A 4 h. 45, à l'Hôtel-de-Ville (Escalier du Préfet)

Réception par le Conseil municipal de Paris

Jeudi 20. — Au Conservatoire des Arts et Métiers

A 9 heures et demie, **Séance d'ouverture du 10e Congrès national :**

La Cinématographie appliquée à l'Enseignement

Sous la présidence de M. Gaston VIDAL, Sous-Secrétaire d'Etat de l'Enseignement technique.

Classement par Sections. — Ordre du jour du Congrès. — Emploi du temps.

A 2 heures et demie, Séances des Sections, Communications, Démonstrations.

Vendredi 21. — Au Conservatoire des Art et Métiers

A 9 heures et demie et à 2 heures et demie, Séances des Sections : Communications et Démonstrations.

Samedi 22. — Au Conservatoire des Arts et Métiers

A 9 heures et demie et à 2 heures et demie, Séances des Sections ; Communications et Démonstrations.

Dimanche 23. — Au Conservatoire des Arts et Métiers

A 10 heures, Séance de clôture. — Résultat du Concours. — Rapport général. — Vœux.

PRÉPARATIONS COLLOÏDALES

(Métaux Colloïdaux électriques à petits grains.
Colloïdes électriques et chimiques de métalloïdes ou de dérivés métalliques)

Electrargol	(Argent)	**Electroplatinol** . . .	(Platine)
Electromartiol. . . .	(Fer)	**Electrorhodiol** . . .	(Rhodium)
Electraurol	(Or)	**Electriridiol**.	(Iridium)
Electr-Hg	(Mercure)	**Electropalladiol** . .	(Palladium)
Electrocuprol . . .	(Oxyde de cuivre)	**Thiarsol**.	(Sulfure d'arsenic)
Electrosélénium. . .	(Sélénium)	**Collothiol**	(Soufre)

Obtenues par la méthode chimique ou par la méthode physique (électrique), les solutions colloïdales sont constituées par la suspension en milieu liquide d'une infinité de grains ultramicroscopiques, animés du mouvement brownien et présentant une charge électrique de signe défini. Grâce à la grande surface de ces grains, les colloïdes présentent un énergique pouvoir catalytique et fermentaire.

Les colloïdes possèdent d'importantes propriétés biologiques, bien étudiées depuis que l'on sait le rôle des colloïdes naturels dans la physiologie normale. Injectés à l'homme ou aux animaux, ils augmentent les oxydations et les échanges nutritifs, ils stimulent la défense contre les toxines et les fonctions d'élimination, ils provoquent un mouvement leucocytaire très marqué.

Les colloïdes sont d'un usage thérapeutique courant : les métaux (type : Electrargol) sont des médicaments antiinfectieux de premier ordre (toutes maladies infectieuses) ; on emploie certains colloïdes comme spécifiques (Electr-Hg — Electrosélénium — Electrocuprol — Electromartiol — Collothiol)

Les Laboratoires Clin préparent tous les colloïdes qu'il est possible d'obtenir dans l'état actuel de la science.

Pour l'expérimentation thérapeutique ou les usages de laboratoire, les Laboratoires Clin délivrent des préparations colloïdales pures, à constantes physiques définies.

Laboratoires CLIN, 20, rue des Fossés-Saint-Jacques, PARIS

Touristes!!! dans vos excursions

emportez le VÉRASCOPE RICHARD

BREVETÉ S. G. D. G.

Quel que soit le temps, vous ferez d'admirables photographies

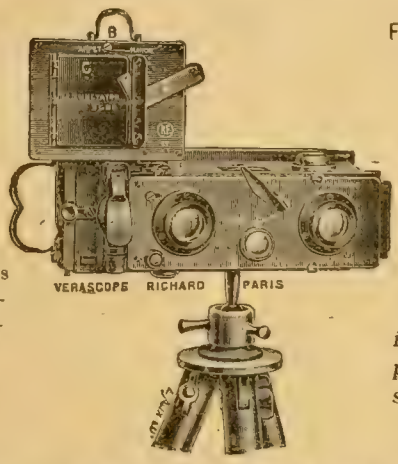
10, RUE HALÉVY (OPÉRA)

Le Vérascope est

ROBUSTE
PRÉCIS
PARFAIT
ÉLÉGANT

Les explorateurs, les coloniaux, les missionnaires, les alpinistes, les touristes, les amateurs proclament hautement que le Vérascope est la

Merveille photographique



FORME CORRECTE
GRANDEUR EXACTE
PERSPECTIVE JUSTE
COULEUR VRAIE

Nouveauté!

MAGASIN POUR PELLICULES EN BOBINES

BREVETÉ S. G. D. G.

interchangeable avec le magasin pour plaques et se chargeant instantanément en plein jour.

Pour les débutants le **GLYPHOSCOPE**

pour plaques 45 × 107 a les qualités fondamentales du **Vérascope**

Demander les Notices illustrées, envoyées franco : 25, RUE MÉLINGUE, PARIS

Exposition et vente de dispositifs vérascopiques : 7, rue Lafayette (près l'Opéra)

Ancienne Maison CH. VERDIN, ✻, ✪, ✠

G. BOULITTE, Succ'

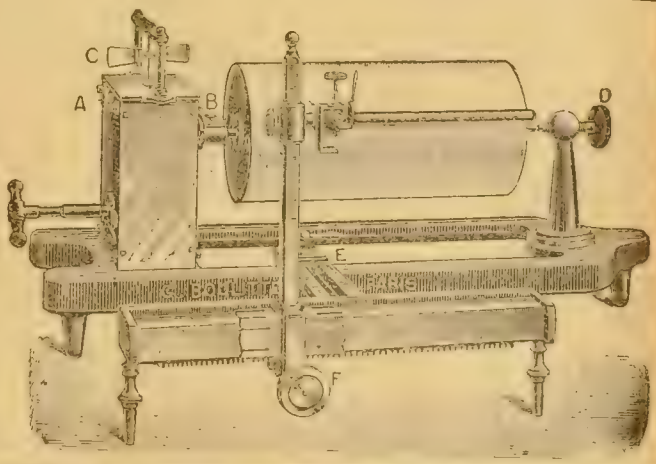
Ingénieur-Constructeur à PARIS

15 à 21, rue Bobillot, PARIS (13e)

(anciennement 7, rue Linné)

Appareils de précision pour la PHYSIOLOGIE et la MÉDECINE

ENREGISTREURS, MOTEURS ÉLECTRIQUES A VITESSE CONSTANTE, CHRONOGRAPHES, CHRONOSCOPES, SIGNAUX ÉLECTROMAGNÉTIQUES DE M. DEPREZ, ÉLECTRODIAPASONS, MANOMÈTRES, DYNAMOMÈTRES, SPHYGMOGRAPHES, ETC.



— TASSILLY : Enduit pour lames métalliques flexibles. — BARBILLON et POISSON : Applic. de la méthode calorimétrique pour la détermin. du rendement des turbines hydrauliques. — NEU et GRÈZES : L'extraction hydrodynamique des minerais.

Journal of the Royal Society of Arts (Londres), t. LXX, n° 3616 (10 mars). EVANS : Problèmes résolus et non résolus de la chimie des usines à gaz. — N° 3617 (17 mars). BRERETON : Nécessité d'un enseignement de la parole et d'un Conservatoire national. — N° 3618 (24 mars). SCOTT : La restauration et la préservation des objets au British Museum

Revue de Métallurgie, t. XIX, n° 2 (Février). Le cinquantenaire scientifique de M. H. Le Chatelier. — SEIGLE : Remarques au sujet des changements d'allure dans les hauts fourneaux électr. — DE GRAMONT : L'emploi de l'analyse spectrographique en métallurgie : spectres de dissoc. des aciers spéciaux. — GUILLERY : Nouv. machine de traction donnant la limite élastique et le module d'élasticité. — JANNIN : Nouv. méth. d'essai des métaux à l'usure. — GUILLET : Essais de frottement exécutés sur la machine d'usure de M. Jannin.

Revue universelle des Mines, de la Métallurgie, des Travaux publics (Liége), 6e sér., t. XII, n° 5 (1er mars.) TRASENSTER : Notice sur la vie de H. Le Chatelier. — DEFIZE : L'industrie houillère en Hollande en 1920 (*suite*). — FRANÇOIS : Le chemin de fer Tongres-Aix-la-Chapelle. — CRESPIN : Appar. de manutention destinés aux fours à réchauffer. — UNWIN : Infl. de la longueur entre repères et la section des éprouvettes sur le pourcentage d'allongement. — LEDRUS : Les spectres des rayons X (*suite*).

Revue universelle des Mines, de la Métallurgie, des Travaux publics, t. XII, n° 6 (15 mars.). TRASENSTER : La phase gazeuse et l'application de la loi des phases aux alliages. — UNWIN : Rapport sur l'influence de la longueur entre repères et la section des éprouvettes sur le pourcentage d'allongement (*fin*). — PROYART : Considérations générales sur les essais mécaniques des fontes. — CRESPIN : Appareils de manutention destinés aux fours à réchauffer. — SCOUMANNE : Les régulateurs limiteurs d'intensité (*fin*).

4° Sciences physiques

Le Journal de Physique et le Radium, t. III, n° 2 (Février). L. DE BROGLIE : Rayons X et équilibre thermodynamique. — BRUHAT et Mlle HANOT : La frange noire de Lippich et la précision des pointés polarimétr.

The Physical Review (Lancaster et Ithaca), 2e sér., t. XIX, n° 2

(Févr.). Hess : L'action des rayons γ des prépar. planes étendues de radium à différentes distances avec et sans subst. absorbante. — Minton : Caractéristiques physiques des oreilles normales et anormales. — Lockrow : Effet de O et H sur l'émission des électrons par le platine chaud. — Bridgman : La théorie électronique des métaux à la lumière de nouv. données expérim. — Harkins et Madorsky : Etude graphique des relations de stabilité des noyaux d'atomes. — Fazel : Mesures de temps et de pression dans la couronne. — Kunz : La pression dans la décharge par couronne. — Wahlin : Comportement des électrons libres vis-à-vis des molécules gazeuses. — Potter : L'accélération gravitationnelle du bismuth.

Scientific Papers of the Bureau of Standards (Washington), n° 420 (15 oct.). Cragoe et Harper : Volume spécif. de l'ammoniac liquide. — N° 421 (14 oct.). Kiess, Hopkins et Cremers : Longueurs d'onde plus grandes que 5.500 A dans le spectre d'arc de Yt, La et Ce et prépar. des éléments purs des terres rares. — N° 422 (15 nov.). Walters et Davis : Etudes sur les plaques photograph. sensibles aux couleurs et les méth. de sensibilisation par trempage. — N° 423 (15 nov.). Purington : Fonctionnement du tube modulateur dans les équipements radiotéléphon. — N° 424 (13 déc.). Silsbee : Théorie mathémat. du voltage induit dans la magnéto à haute tension. — N° 425 (17 déc.). Mohler et Foote : Rayons X doux caractérist. des arcs dans les gaz et vapeurs. — N° 426 (17 déc.). Souder et Hidnert : Dilatation therm. du Ni, du métal Monel, de la stellite, de l'acier non coloré et de l'Al. — N° 427 (21 déc.). Breit : Quelques effets de la capacité distribuée entre les bobines d'inductance et le sol.

Journal de Chimie physique, t. XIX, n° 3 (30 nov. 1921). Timmermans : La théorie des sol. conc. Revue historique et critique. — Duboux : Calcul de la 2e constante de dissoc. des ac. dibasiques, à partir des concentr. d'ions H. — Prud'homme : Sur quelques relations entre les temp. critique, d'ébullition et de fusion. — Tian : L'hydrolyse lente des sels. — Cardoso : Rech. sur la piézométrie absolue. I. Comparaisons entre le manomètre à poids et les manomètres à écrasement en verre. — Id. et Levi : *Id.* II. Comparaison entre le manomètre à poids et le manomètre à azote.

Anales de la Sociedad española de Fisica y Quimica (Madrid), t. XX, n° 189 (Janv.). Moles, Batuecas et Paya : La densité de l'air à Madrid et l'hypothèse de Loomis-Morley. — de Izaguirre : Sur la tension superfic. des sol. de Bleu de nuit.

Recueil des Travaux chimiques des Pays-Bas, t. XLI, n° 3 (15 mars). Schoorl et Regenbogen : Le système eau-alcool-sulfure de carbone. La miscibilité des trois constituants en diverses proportions et les applic. pratiques qui s'en déduisent. — Kolthoff : L'hydrolyse du salicylate d'antipyrine. — Backer et Dubsky : Sur la formation de sels des ac. sulfoncarboxyliques. I. Les sels cobalteux et cuivriques des ac. sulfonacétique et α-sulfonpropionique. — Lijnst Zwikker : Sur la constitution des polysaccharides. — Wibaut : Sur la façon dont se comportent le carbone amorphe et le soufre lorsqu'on les chauffe. Les sulfures du carbone. — Kolthoff : L'application de l'électrode à iode dans les titrages potentiométriques. — Waterman et Perquin : La détermination des hydrocarbures aromat. dans des fractions d'huiles minérales.

The Journal of the American chemical Society (Easton, Pa.), t. XLIV, n° 2 (Févr.). Foulk et Morris : Valeur compar. des divers échantillons d'iode employés dans les mesures chim. — Clark et Buckner : Propriétés des groupes de valence subsidiaire. III. — Burdick : L'oxydation de l'oxyde nitrique et sa catalyse. — Harned : Coeffic. d'activité et propriétés colligatives des électrolytes. — Wells : Théorie simple du néphélomètre. — Dickinson : La structure cristall. des chlorostannates de K et d'Am. — Bartell et Simms : Relation de l'osmose anormale avec le gonflement des matières colloïdales. — Dennis et Hance : Le germanium. III. Tétrachlore et tétrabromure de Ge. — Fogg et James : Le poids atom. de l'yttrium. — Bozorth : La structure cristall. du cyanure de K. — Lawrance et Oddy : La réact. de Friedel et Crafts. — Lachman : Le réarrangement du benzile en ac. benzilique. — Hoffman et Gortner : Le soufre dans les protéines. I. Effet de l'hydrolyse acide sur la cystine. — Dox et Yoder : Les pyrimidines préparées avec les éthers alkylmaloniques et les amidines aromat. — Moore et Thomas : La constitution du prod. secondaire dans la sulfonation de l'ac. cinnamique. — Nelson et Léonard : Identific. des alcaloïdes sous le microscope d'après la forme des cristaux de leurs picrates. — Sheppard et Elliott : La dessiccation et le gonflement de la gélatine. — Kohler : L'addition des éthers maloniques au benzoylphénylacétylène. — Adkins et Krause : Act. de l'alumine, du titane et de la thorine sur les acétates d'éthyle et d'isopropyle. — Cook : Méth. simple pour déterminer les indices d'acétyle. — Boord et Cope : Act. de Se^2Cl^2 sur le propylène, le butylène et l'amylène. — Brauns : Chlorotétracétylmannose cristall. — Jones et Scott : Nouv. ac. hydroxamiques dér. des ac. cyclopropane carboxylique, isobutyrique et dibenzylacétique. — Brown : Nouv. méth. quantit. pour la détermin. du Fe dans le sang.

5° Sciences naturelles

Comptes rendus des Séances de la Société de Biologie, t. LXXXVI, n° 9 (4 mars). Bourguignon et Tarnauceanu : Chronaxie normale du triceps sural de l'homme. — Debré et Bonnet : L'intradermo-réaction tuberculinique au cours de la tuberculose expérim. du cobaye. — d'Hérelle : Sur la présence du bactériophage dans les leucocytes. — Lapicque et Nattan-Larrier : Action de l'adrénaline sur l'excitabilité musculaire et sur la fatigue. — Lhermitte et Fumet : L'infl. frénatrice de la ponction lombaire sur la glycosurie. — Panisset et Verge : L'action anticoagulante du novarsénobenzol sur le sang de diverses espèces animales domestiques. — Turchini : Nature muqueuse des cellules à mélanine de la glande du noir de la Sèche et mécanisme de l'excrétion du pigment. — Bergstrand : Sur la lyse microbienne transmissible. — Id : Sur la variation des bactéries. — Forssman : L'influence de l'éther sur des anticorps. — Ljunsdahl : Technique pour mesurer le pouvoir glycolytique du sang. — Appelmans : Applic. de la méthode de dosage du Bactériophage. — Brachet : Sur la fécondation prématurée de l'œuf d'oursin. — Dustin et Chapeauville (Mlle) : Les caractères de l'onde cinétique déclenchée par une injection intrapéritonéale de peptone. — Fabry : A propos du *Bacterium coli* « modifié » ne fabriquant plus d'indol. — Fredericq et Melon : Les dérivés xanthiques; poisons paralysants du sympathique. — Gratia et Jaumain : Au sujet des réactions consécutives aux injections de principe lytique staphylococcique. — Gedoelst : Le trimorphisme larvaire des Oestridés. — Mendeleeff (Mlle) : Rapport entre les propriétés cytoxiques et anaphylatoxiques des sérums et leur teneur en ions H libres. — Vandendries : Rech. sur la sexualité des Basidiomycètes. — Van der Ghinst : Contrib. à l'étude du phénomène de Pfeiffer. — Van Saceghem : Sérothérapie des trypanosomiases animales. — N° 10 (11 mars). Battelli et Morsier : Action des courants électr. industr. sur le cœur. — Id. et Id. : Le mécanisme des trémulations fibrillaires. — Cardot et Laugier : Le réflexe linguo-maxillaire. — Levaditi et Nicolau : Propriétés de la neurovaccine. — Liacre : Les liquides fixateurs et les fibres nerveuses à myéline. — Masaki : Du mécanisme de l'infection cholérique et de la vaccination contre le choléra par voie buccale. — Vincent, Pilod et Zoeller : Sur l'intradermoréaction à la diphtéro-toxine (Réaction de Schick). — Delmas-Marsalet : Sur l'importance de la pression moyenne dynamique ou pression efficace intra-pleurale au cours du pneumothorax artificiel ou spontané et sa mesure par le manomètre compensateur de Marcy. — Dodel : Sur les variations de forme de la courbe ergographique avec l'entraînement dans les ergogrammes en série. — Dufrénoy : Les cellules polynucléées des mycorhizes de Châtaigniers. — Leuret, Aumont et Delmas-Marsalet : Sur un nouvel appareil de pneumothorax artificiel. — Mauriac et Servantie : Rech. sur le pouvoir glycolytique des organes. — Pachon et Fabre : La position du dicrotisme sur les oscillogrammes aux différents degrés de contre-pression. — Id. et Petiteau : Sur la non-spécificité du caractère bifide de la secousse réflexe patellaire. — Portmann : Architecture de la columelle du limaçon humain. — Rurenthaler : Présentation d'un grand appareil de projection et de photographie. — Blanc, Caminopetros et Melanidi : Rech. expérim. sur les virus salivaires.

Bulletin de la Société des Sciences naturelles du Maroc (Rabat), t. I, n° 1 (1er janv. 1921). Théry : Histérides nouv. du Maroc. — Pierre : *Nematocera polynura* recueillis au Maroc par Alluaud. — Arnaud et Joyeux : Sur un Arachnide vermiforme parasite de l'intestin de l'homme (*Porocephalus armillatus* Wyman). — Bédé et Lavauden : Bibliographie ornitholog. du Maroc. — N° 2 (1er juillet). Boitel : Listes des plantes recueillies autour de Rabat et de Salé. — Théry : *Stenosini* du Maroc. — Charrier : Les Annélides Polychètes de la région de Tanger. — Rolland : Sur une brèche à vertèbres fossiles de Rabat. — Nos 3-6 (1er sept.). Broleman : Liste des Myriapodes signalés dans le nord de l'Afrique. — Guillaumin : Les *Citrus* de Marrakech. — Russo : Le massif du Djebil de Mahiridja, le pli de Mahrouf. — Sigaut : Essai sur les applic. industr. de l'osmose. — **Mémoires**, t. I, n° 1 (1er janv. 1921). Aug. Bernard : Le régime des pluies au Maroc. — N° 2 (1er déc.). Pellegrin : Les Poissons des eaux douces de l'Afrique du Nord française.

6° Sciences médicales

Bulletin de l'Académie de Médecine, t. LXXXVII, n° 11 (14 mars). Gley : Sénescence et endocrinologie — Bernard : Rapport sur les maisons maternelles. — Guillain et Gardin : Contrib. à l'étude des méningites de l'helminthiase. — Doumer : Pression sanguine et tension des artères. — Chambrelent et Vallée : De la virulence du lait des nourrices tuberculeuses. — Rémond : Acétonémie, pancréatite et syphilis. — N° 12 (21 mars). Armand Delille et Darbois : Les réactions splénopneumoniques massives dans la tuberculose pulmonaire de l'enfant et de l'adolescent. — Reynès : Traitement de certaines plaies par la « mise en cages aseptiques » sans pansements. — Schachmann : Autosérumthérapie de la blennorragie et de ses complications. — Hatiegan : L'épreuve de l'indigo-carmin dans les maladies hépatiques avec ictère. — d'Halluin : La mort par électrocution; symptomatologie et thérapeutique. — Sartory et Scheffer : Pneumomycose et langue noire.

Annales de l'Institut Pasteur, t. XXXVI, n° 2 (Février). Levaditi, Harvier et Nicolau : Etude expérim. de l'encéphalite dite « léthargique » (*suite*). — Vaillant : Note sur l'emploi du vaccin bilié de Besredka par la voie buccale dans quelques foyers épidémiques de fièvre typhoïde. — Hébert et Bloch : Rech. sur la fièvre typhoïde, juillet 1915 à janvier 1919.

Bulletin de l'Institut Pasteur, t. XX, n° 5 (15 mars). Magrou : La symbiose chez les plantes.

LIVRES REÇUS

Tous les livres reçus par la Revue *sont signalés sous cette rubrique avec une brève indication de leur contenu, sans préjudice de l'analyse critique dont ils pourront être ultérieurement l'objet dans la partie bibliographique de la* Revue.

1° Sciences mathématiques

ANDRADE (J.) : *Les organes réglants des chronomètres.* 1 vol. in-12 de 146 p. avec fig. de la *Bibliothèque horlogère.* E. Magron, Besançon et Bienne, 1922.

Après un exposé historique sur les fondateurs de la chronométrie, l'auteur trace l'œuvre des premiers théoriciens du réglage des chronomètres et montre comment le problème s'est transformé par suite de l'introduction des aciers au nickel et des nouvelles méthodes de compensation.

HANOCQ (Ch.) : *Les pompes centrifuges à haute pression.* 1 vol. in-8° de 160 p. avec 91 fig. et 10 pl. (Prix : 15 fr.). Ch. Béranger, Paris et Liége, 1921.

L'auteur, après la description de la pompe centrifuge et l'exposé de l'état actuel des recherches théoriques et expérimentales sur ce sujet, décrit les essais effectués à l'Université de Liége sur la question et les résultats obtenus.

Relatorio do Observatorio Campos Rodriguez em Lourenço Marques. Ano de 1919. Vol. XI. 1 vol. in-4° de 100 p. Imprensa nacional, Lourenço Marques, 1921.

Résumé des observations, surtout météorologiques, faites à l'Observatoire en 1919.

2° Sciences physiques

BAUER (L.A.), **FLEMING** (J. A.), **FISK** (H. W.) et **PETERS** (W. J.) : *Land magnetic observations* (1914-1920). 1 vol. in-4° de VI-475 p. avec 17 fig. et 9 pl. (Prix : 7 doll. 25 c.). Publication 175 IV de la Carnegie Institution, Washington, 1921.

Ce volume renferme les résultats des observations faites par le Département du Magnétisme terrestre de l'Institution Carnegie en 1914-1920, et quatre mémoires sur des instruments employés dans ces recherches.

VEROLA (P.) : *Chimie et fabrication des explosifs.* 1 vol. in-16 de 202 p. avec 15 fig. de la *Collection Armand Colin* (Prix : broché, 5 fr. ; relié, 6 fr.). Librairie Armand Colin, Paris, 1921.

L'auteur expose les bases théoriques de la fabrication des explosifs, et fait ressortir en particulier l'énorme effort réalisé en France pendant la guerre de 1914-1918.

3° Sciences naturelles

SORRE (M.) : *Les Pyrénées.* 1 vol. in-16 de 216 p. avec 19 fig. et 3 cartes hors texte de la *Collection Armand Colin* (Prix : broché, 5 fr. ; relié, 6 fr.). Librairie Armand Colin, Paris, 1922.

Ce livre est une synthèse de nos connaissances sur les Pyrénées, plus spécialement françaises. L'auteur étudie successivement les traits généraux de la chaîne, puis chacune de ses régions, et enfin les ressources des Pyrénées.

JACKSON (R.T.) et **VAUGHAN** (T. W.) : *Contributions to the geology and palaeontology of the West Indies.* 1 vol. gr. in-8° de IV-122 p. avec 6 fig. et 18 pl. Publication 306 de la Carnegie Institution, Washington, 1922.

M. Jackson décrit les *Echini* fossiles rencontrés aux Indes occidentales, et M. Vaughan étudie les conditions stratigraphiques de leurs gisements.

LOFTFIELD (J.V.G.) : *The behavior of Stomata.* 1 vol. gr. in-8° de 104 p. avec 54 fig. et 16 pl. (Prix : 1 doll. 50 c.). Publication 314 de la Carnegie Institution, Washington, 1921.

L'auteur décrit le mouvement horaire des stomates dans une journée de 24 h. chez un grand nombre de plantes, puis les causes des variations horaires et journalières de ce mouvement, et enfin son influence sur la transpiration.

4° Sciences diverses

L'Académie Royale de Belgique depuis sa fondation (1772-1922). 1 vol. in-8° de 343 p. M. Lamertin et M. Hayez, Bruxelles, 1922.

Ce volume renferme une histoire générale de l'Académie et l'histoire de ses trois classes, des Sciences, des Lettres et des Beaux-Arts, et enfin une histoire des fondations académiques.

TASSY (E.) et **LÉRIS** (P.) *La cohésion des forces intellectuelles.* 1 broch. in-12 de 80 p. (Prix : 2 fr. 50). Gauthier-Villars et Cie, Paris, 1922.

Les auteurs examinent un certain nombre de moyens pour développer l'action intellectuelle : propagande, recrutement des chercheurs, collaboration intellectuelle, moyens matériels de travail.

GUIGNEBERT (Ch.) : *Le Christianisme médiéval et moderne.* 1 vol. in-18 de 324 p. de la *Bibliothèque de Philosophie scientifique* (Prix : 7 fr. 50). Ern. Flammarion, Paris, 1922.

L'auteur décrit l'évolution historique de la Religion et de l'Eglise chrétienne depuis le début du Moyen Age jusqu'à nos jours, et il en dégage un certain nombre de constatations essentielles.

SOMMAIRES DES JOURNAUX SCIENTIFIQUES

1° Périodiques généraux

Publications de la Faculté des Sciences de l'Université Masaryk (Brno), n° 6. KOLACEK : Les tremblements de terre carpathiques sur le territoire de la Républ. tchécoslovaque. — N° 7. ID. : Le catalogue sismique de la Républ. tchécoslovaque. — N° 8. VELISEK : Contrib. expérim. au problème de l'écoulement turbulent ou hydraulique des liquides. — N° 9. TEYROVSKY : Sur la perception de la forme chez les larves des Aeschnides. — N° 10. ROSICKY et VESELY : Sur la norite biotitique et amphibolique de Hostice en Bohême. — N° 11. CECH : Sur les surfaces dont toutes les courbes de Segre sont planes. — N° 12. PODPERA : Plantes moraves nouv. ou peu connues. — N° 13. KAUCKY : Contrib. à la théorie de l'équation de Fredholm.

Proceedings of the National Academy of Sciences of the U. S. of America (Easton, Pa.), t. VIII, n° 1 (Janv.). WASHBURN et NAVIAS : Relations de la calcédoine avec les autres formes de silice. — FLETCHER et WEGEL : La sensibilité à la fréquence des oreilles normales. — DAVIS : Les récifs coralliens de l'Archipel de la Louisiade. — BARUS : Expér. avec l'aiguille gravitant dans le vide — N° 2 (Févr.). SINNOTT et BLAKESLEE : Changements de structure associés à des mutations de facteurs et de chromosomes chez le Datura. — EISENHART et VEBLEN : La géométrie de Riemann et sa généralisation. — EISENHART : Les directions principales de Ricci pour un espace de Riemann et la théorie d'Einstein. — FISCHER : Sur la définition d'une fonction linéaire. — COLE : La transplantation de la peau chez les têtards de grenouille.

Journal of the Washington Academy of Sciences (Easton, Pa.), t. XII, n° 6 (19 mars). TROLAND : La Psychophysique considérée comme la clef des mystères de la Physique et de la Métaphysique.

The Philippine Journal of Science (Manille), t. XIX, n° 5 (Nov.) HELLER : Nouv. Coléoptères philippins.

The Philosophical Magazine and Journal of Science (Londres), n° du 1er mars 1922. ASHWORTH : Théorie du champ intrinsèque d'un aimant et relation de ses propriétés magnét. à ses propr. électr. et therm. caractérist. — SILBERSTEIN : Relation entre les échelles projective et métrique, et son infl. sur la théorie des parallèles. — HARTLEY, PONDER, BOWEN et MERTON : Essai de sépar. des isotopes du chlore. — STRATTON et PARTINGTON : Chaleurs latentes de fusion. I. — RAMAN et SETHI : Sur la convection de la lumière (effet Fizeau) dans les gaz en mouvement. — NEWMAN : Modific. actives de H et N prod. par les rayons α. — DALE : L'analyse des microséismogrammes. WARAN : Une méth. interférométr. pour déterminer la différence de phase résultant de la réflexion métall. — GLASSON : Pouvoir d'arrêt et nombre atom. — JACKSON : Les constantes diélectr. de quelques éthers à basse température. — ADDENBROOKE : Etude de l'expér. de Franklin sur la bouteille de Leyde avec isolants mobiles. — SIR EWING : Nouv. modèle d'induction ferromagnét. — KRISHNAIYAR : Sur l'amplitude des vibrations maintenues par des forces de double fréquence. — RAMAN : Nouv. propriété optique des cristaux biaxes. — ASTON et FOWLER : Les problèmes du spectrographe de masse. — SYNGE : Une définition de la simultanéité et l'éther. — COMPTON : Remarques sur l'ionisation par act. cumulative. — DOWLING et PRESTON : La résistance des électrolytes aux hautes fréquences — SLATE : Synthèse graphique de la fonction vectorielle linéaire. RICHARDSON et ROBERTSON : La différence de potentiel de contact et l'émission thermionique. — CHUCKERBUTTI : Sur la déform. des « anneaux et brosses » observées à travers un spath hémitrope. — NARAYAN : Vibrations couplées au moyen d'un pendule double. — ID. : Illustration mécanique de trois circuits oscillants couplés magnétiquement. — MURNAGHAN : La déviation d'un rayon de lumière dans le champ de gravitation solaire. — WALKER : Effet d'une chaleur spécif. variable sur la décharge des gaz à travers des orifices ou buses. — TOWNSEND et BAILEY : Le mouvem. des électrons dans l'argon. — JEFFERY : Les relations d'identité dans la théorie d'Einstein. — MALLIK : Sur l'induction mutuelle entre deux courants circulaires. — CAVANAGH : Thermodynamique moléculaire.

2° Astronomie et Météorologie

Monthly Weather Review (Washington), t. XLIX, n° 12 (Déc.). BATES et HENRY : Le débit de l'eau à Wagon Wheel Gap (Colo). — ABBOT : Récents perfectionnements dans les observ. de radiation solaire à Calama (Chili). — EXNER : La structure des anticyclones et cyclones dans la stratosphère au-dessus de l'Europe. — MEISINGER : Les résolutions de Toronto sur les réductions barométr. — Série de mémoires sur des orages.

3° Art de l'Ingénieur

Journal of the Royal Society of Arts (Londres), t. LXX, n° 3619 (31 mars). BONE : Les lignites et les charbons bruns et leur importance pour l'Empire britannique. — N° 3620 (7 avril). MOOR : Le piano duplex à deux claviers.

Revue de Métallurgie, t. XIX, n° 3 (Mars). SCHNEIDER : Etud

Une nouvelle formule d'étude :

Le film commenté par le livre.
Le livre illustré par le film.

Films Médicaux et Scientifiques de Pathé Consortium Cinéma

Séries Gaston DOIN

Une collection de livres et de films publiés sous la Direction scientifique d'un Comité médical.

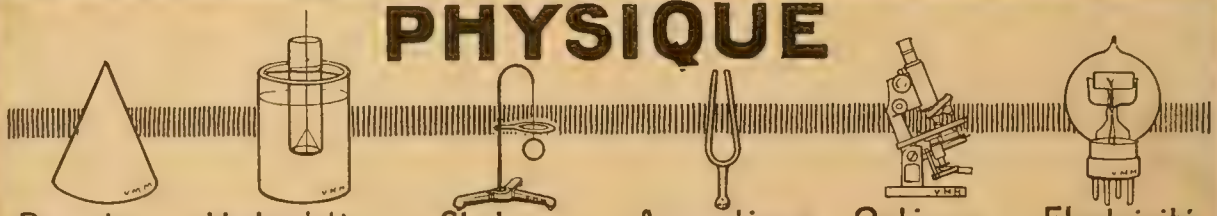
:: :: BOTANIQUE :: ::
:: :: ZOOLOGIE :: ::
:: BACTÉRIOLOGIE ::
:: :: CYTOLOGIE :: ::

:: :: PHYSIOLOGIE :: ::
MÉDECINE OPÉRATOIRE
:. :: NEUROLOGIE :: ::
:: CULTURE PHYSIQUE :.

PATHÉ CONSORTIUM CINÉMA
Service de l'Enseignement
67, Rue du Faubourg Saint-Martin
PARIS 10e

LIBRAIRIE OCTAVE DOIN
GASTON DOIN, Éditeur
:: :: 8, Place de l'Odéon :: ::
PARIS 6e

PHYSIQUE



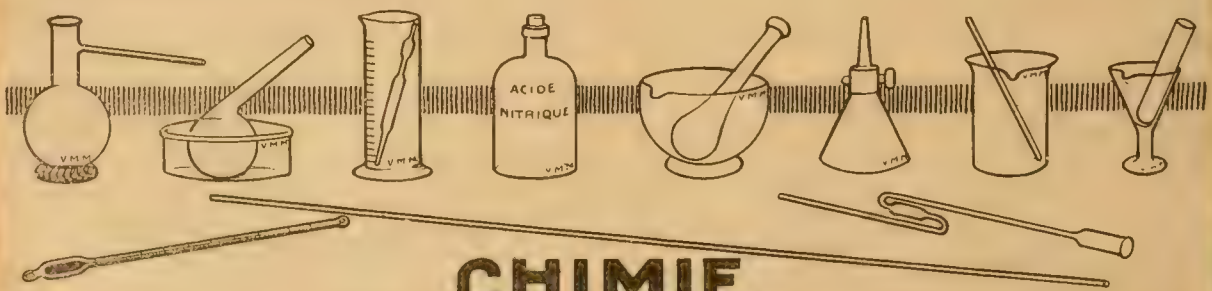
Pesanteur Hydrostatique Chaleur Acoustique Optique Electricité

V.M.M.

Bureaux } 11, rue Blainville
Ateliers } PARIS (Ve)
T. Gob. 47-64

ARGUS DES SCIENCES
Gratuit
Occasions Scientifiques

CATALOGUES



CHIMIE

Touristes!!! dans vos excursions

emportez le **VÉRASCOPE RICHARD**

BREVETÉ S. G. D. G.

Quel que soit le temps, vous ferez d'admirables photographies

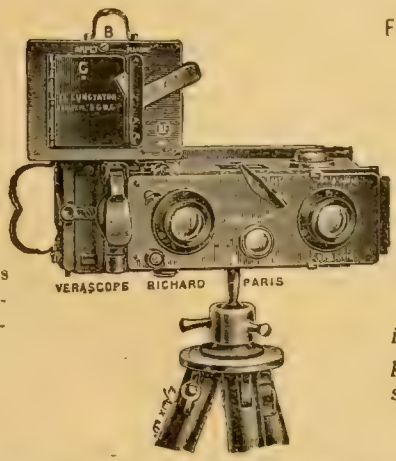
10, RUE HALÉVY (Opéra)

Le Vérascope est
ROBUSTE
PRÉCIS
PARFAIT
ÉLÉGANT

Les explorateurs, les coloniaux, les missionnaires, les alpinistes, les touristes, les amateurs proclament hautement que le Vérascope est la

Merveille photographique

• • • •



FORME CORRECTE
GRANDEUR EXACTE
PERSPECTIVE JUSTE
COULEUR VRAIE

Nouveauté!

MAGASIN POUR PELLICULES EN BOBINES

Breveté S. G. D. G.

interchangeable avec le magasin pour plaques et se chargeant instantanément en plein jour.

• • • •

Pour les débutants le GLYPHOSCOPE

pour plaques 45 × 107 a les qualités fondamentales du **Vérascope**

Demander les Notices illustrées, envoyées franco : 25, RUE MÉLINGUE, PARIS

Exposition et vente de dispositifs vérascopiques : 7, rue Lafayette (près l'Opéra)

Ancienne Maison Ch. VERDIN, ✻, ✪, ✠

G. BOULITTE, Succr

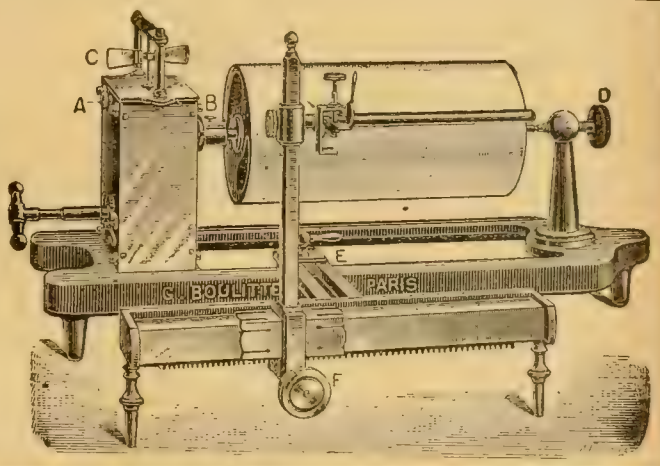
Ingénieur-Constructeur à PARIS

15 à 21, rue Bobillot, PARIS (13e)

(anciennement 7, rue Linné)

Appareils de précision pour la PHYSIOLOGIE et la MÉDECINE

ENREGISTREURS, MOTEURS ÉLECTRIQUES A VITESSE CONSTANTE, CHRONOGRAPHES, CHRONOSCOPES, SIGNAUX ÉLECTROMAGNÉTIQUES DE M. DEPREZ, ÉLECTRODIAPASONS, MANOMÈTRES, DYNAMOMÈTRES, SPHYGMOGRAPHES, ETC.



de l'étirage à chaud sur mandrin. — Damour et Wolkowitsch : Sur les chaleurs spécif. des gaz au point de vue de leur applic. aux problèmes industr. — Guillet : Les phénom. de trempe et leur généralisation. — Seigle : Résistance des aciers à la torsion ou à la flexion entre la température ordinaire et le rouge visible.

Revue universelle des Mines, de la Métallurgie, des Travaux publics (Liége), 6e sér., t. XIII, n° 1 (avril.) Tréfois : Contrib. à l'étude de méthodes de recherches mimères applic. en Afrique centrale. — Hubert : L'acier Stainless. — Freidenberg : Note sur la vérification de la résistance des enroulements triphasés. — Houbaer : Rupture progressive des aciers de construction. — Trasenster : Perfectionnements à la construction des brûleurs des fours Martin.

4° Sciences physiques

Bulletin de la Société chimique de France, t. XXXI-XXXII, n° 3 (Mars). Abribat : Modifications à la méthode de Kohlrausch pour les mesures de conductibilité des électrolytes. — Aloy et Rodier : Action de la lumière sur les sels uraniques. — Bertrand et Vladesco : Sur la teneur en zinc des organes du lapin et de quelques vertébrés. — Daudel : Condensation spontanée de l'éthoxyacétone; formation de l'aldol correspondant, le diéthoxy-1-5 méthyl-2-pentanol-2-one-4. — Le Brasidex : Sur quelques dérivés de l'acétone anisique (méthoxyphée nylpropanone). — Mailhe : Sur la décomposition catalytique de l'huile de requin. — Orekhoff et Tiffeneau : Sur la déshydratation de la benzylhydrobenzoïne (1-2-3-triphénylpropanediol). Formation de triphénylacétone (transposition semipinacolique) et de diphénylindène (cyclisation).

The Journal of the American chemical Society (Easton, Pa.), t. XLIV, n° 3 (Mars). Baxter : 28e Rapport annuel du Comité des Poids atom. (1921). — Eastman : Doubles et triples liaisons, et structures électroniques dans les moléc. non saturées. — Trimble : La solubil. du permanganate de K dans les sol. de sulfate de K et de sulfate de Na. — Germann et Traxler : Adsorption de I par AgI. — Davis et Oakes : Les caractères physiques des sol. de gélatine. — Keyes et Hara : La pression de l'O en équil. avec Ag^2O. — Franklin : Les ac. ammonocarboniques. — Wendt et Landauer : L'hydrogène triatomique. II. — Arrhénius : L'argile considérée comme ampholyte. — Richards et Smyth : Amalgames solides de Tl et le potentiel d'électrode de Tl pur. — Hill et Smith. L'ac. oxalique hydraté comme étalon oxydimétrique. — Tartar et Keyes :

La mesure du survoltage. — MILLIGAN : La solubil. des cristaux de nitrate d'Al dans les sol. d'ac. nitrique de diverses concentr. à diverses température. — EDGAR et SWAN : Facteurs déterminant les propriétés hygroscop. des subst. sol. — BAXTER et PARSONS : La pureté de l'Ag pour poids atom. I. Les gaz dans Ag et I purs. II. Impuretés solides. — BAXTER : La signific. de la densité de HBr par rapport au poids atom. de Br. — RICHARDS et CONANT : Le comportement électrochim. des amalgames de Na. — LOWY et DUNBROOK : Les composés de Te Br^4 avec les bases organ. — SHIPLE et SHERWIN : Synthèses des aminoac. dans l'organisme animal. I. Synthèse de la glycocolle et de la glutamine dans l'organisme humain. — KOHLER et SMITH : La réact. entre les alcalis et certains dér. du nitrocyclopropane. — ROSEN et REID : Le gaz sesqui-moutarde ou éther bis-β-chloroéthylique de l'éthylène-dithioglycol. — DOUGHTY et FREEMAN : Réact. des trihalogéno-méthyles. IV. Réact. de l'ac. trichloracétique avec Cu. — LYON et HILTON : L'act. du chlorure de nitrosyle sur l'heptane normal.

The Biochemical Journal (Londres), t. XV, n° 6. HEWITT et STEABEN : Note sur la fermentation de l'*i*-inositol. — HEWITT et DE SOUZA : Le métabolisme des hydrates de carbone. II. Existence possible de changements stéréochimiques dans les sol. équilibrées de sucres réducteurs introduites dans la circulation. — FOSTER et MOYLE : Contrib. à l'étude de l'interconversion des hydrates de carbone et de l'ac. lactique dans le muscle. — COMPTON : Les enzymes du sang. I. Présence de maltase dans le sang des Mammifères. — ROAF : L'urochrome considéré comme dér. de la chlorophylle. — HUNTER : La détermin. de la carnosine dans l'extrait de muscle. — WRIGHT : Etude de l'act. combinée du lait de vache brut et du jus d'orange comme subst. anti-scorbutiques. — SHEEHY : L'origine de la graisse du lait et ses relations avec le métabolisme du P. — PIGKERING et HEWITT : Etudes sur la coagulation du sang. I. Quelques aspects physicochim. de la coagulation. — CLIFFORD : Distrib. de la carnosine dans le règne animal. — HARINGTON : Physiologie du ver des navires (*Teredo norvegica*).

5° Sciences naturelles

Comptes rendus des Séances de la Société de Biologie, t. LXXXVI, n° 11 (18 mars). BACHRACH et CARDOT : Action des acides sur la marche de la fermentation lactique. — BOQUET et NÈGRE : Sur la propriété antigène *in vivo* des extraits méthyliques de Bacilles tuberculeux. — CARNOT, KOSKOWSKI et LIBERT : L'influence de l'histamine sur la sécrétion des sucs digestifs chez l'homme. — LAPICQUE : Paillettes scintillantes dans le protoplasma des Spirogyres. — LEBAILLY : Une loupe stéréoscopique pour travaux micrographiques. — LEVADITI et NICOLAU : Mécanisme de l'immunité cérébrale dans la neurovaccine. — LHERMITTE : Le diabète insipide d'origine infundibulaire. Etude anatomo-clinique. — LISBONNE et CARRÈRE : Antagonisme microbien et lyse transmissible du bacille de Shiga. — MAGITOT : Hypertension oculaire par irritation expérimentale de l'iris. — OZORIO DE ALMEIDA : Sur la vagotomie bilatérale chez le cobaye. — ROUSSY : Remarques à propos de la communication de J. Lhermitte. — SCHIFF : La polynucléose hémoclasique. La « déviation à gauche » du schéma d'Arneth au cours du choc. — COLLIN et BAUDOT : Erythropoïèse dans l'hypophyse. — HIRTZMANN : Modifications hématologiques au cours de l'intoxication par le gaz d'éclairage. — LIENHART : A propos de la fécondation des œufs de poule. — PARISOT, RICHARD et SIMONIN : Le réflexe oculocardiaque dans l'hyperthyroïdie et l'hypothyroïdie expérimentale chez le lapin. — REMY : Sur l'excrétion et la phagocytose chez la larve Ammocète de la Lamproie, *Petromyzon planeri* Bloch. — AMBARD et SCHMID : Formation de l'ammoniaque par le rein. — BENOIT : Sur la participation de cellules glandulaires lipopexiques interacineuses à l'élaboration du lait chez la souris blanche. — DOGNON : A propos de la pression osmotique des Algues marines. — SARTORY et BAILLY : Influence des sels de terres rares sur la structure du mycélium de l'*Aspergilius fumigatus* Fr. et sur la formation de l'appareil conidien. — SCHMID : L'épreuve de la fonction hépatique par la glycuronurie provoquée. — STROHL et DOGNON : Influence de la polarisation sur la mesure de l'excitabilité électrique chez l'homme. — BETTENCOURT : Formolgélification des sérums syphilitiques. — COSTA FERREIRA : Variations de l'eurignathisme. — REBELLO : La « réaction actuelle » des tissus au bleu de bromothymol. Une méthode pour le diagnostic de la mort réelle. — SALAZAR : Les pseudo-chromosomes de Van der Stricht et les amas tannophiles de l'oocyte de la lapine. — SALDANHA : Phénomène de d'Hérelle. — DANIÉLOPOLU, RADOVICI et CARNIOL : Réflexes cutanéo-viscéraux et viscéro-moteurs de la vessie et du gros intestin. — ID., ID. et ID. : Rôle du système végétatif dans la production de l'hypertonie des muscles volontaires. Action de l'adrénaline et du chlorure de calcium. Action de l'adrénaline, de l'ésérine et de l'atropine, employées en injections successives. Action de l'ésérine et de l'atropine. Rôle respectif du sympathique et du parasympathique. Notion de l'amphotonie. — NOICA : Aphasie motrice et anarthrie. — POENARU : La maladie des drèches chez les Bovidés, considérée comme une maladie par carence.

Bulletin de l'Institut Océanographique, n° 405 (5 janvier). LADREYT : Sur une tumeur cancéreuse du Siponcle. — N° 406 (15 février). LADREYT et TURCHINI : Note histologique sur la sécrétion du noir de la seiche. — N° 407 (25 février). JOUBIN : Conseil international de recherches. Union internationale des Sciences biologiques. Sous-section d'Océanographie biologique. — N° 408 (20 mars). ROULE : Description de *Scombrolabrax heterolepis* nov. gen. nov. sp., poisson abyssal nouveau de l'Ile Madère.

Rivista di Biologia (Rome), t. IV, fasc. I (Janv.-Févr. 1922). VISCO : Graisses et hydrates de carbone dans l'alimentation. — RIVERA : Sur les conditions de développement de quelques graines de Légumineuses et la fonction de l'enveloppe. — HERZOG : Etat actuel des rech. sur la fièvre aphteuse (*fin*). — BERTI : Rech. expérim. sur l'action toxique du *Sporotrichum Beurmanni*. — PEROTTI : Les études récentes sur la nutrition.

Bulletin de la Société Zoologique de France, t. XLVI, n°s 8 à 10 (15 mars 1922). Ct. CAZIOT : Espèces rares de la faune marine de la rade de Villefranche-sur-Mer (A.-M.). — F. ANGEL : Descrip. d'un Ophidien nouveau de l'Angola, appartenant au g. *Psammophis*. — J. PELLEGRIN : Descr. d'un Barbeau nouveau de l'Angola. — J. R. DENIS : Sur les Aptérygotes de France. — M. PIC : Synon. et correct. concernant divers Coléoptères Hétéromères. — ED. LAMY : Notice sur le Dr F. Jousseaume. — M. PRENANT : Sur une technique de coloration des vaisseaux. — L. PETIT, aîné : Sur le départ des Hirondelles en 1921. — M. PRENANT : Sur la répartition d'une peroxydase chez les Invertébrés. — MANUEL SANCHEZ Y SANCHEZ : Insuffisance de la conception de la gastrula pour expliquer le type fondamental des Cœlentérés. — J. DELPHY : Pinces anormales de Crabes. — L. FAGE : Remarques sur les Araignées du g. *Cebrennus*, suivies de la descrip. de deux esp. nouv. — P. DE BEAUCHAMP : Sur un nouveau *Plagiostomum* (Turbellariés Rhabdocœles) et ses rapports avec un Isopode.

University of California Publications in Zoology (Berkeley), t. XX, n° 8 (7 mars 1922). KOFOID et SWEZY : Mitose et division dans les phases active et enkystée du *Giardia enterica* (Grassi) de l'homme ; discussion du mode d'origine de la symétrie bilatérale chez les Flagellés Polymastigotes. — T. XXI, n° 6 (7 nov. 1921). GRINNELL : Deux nouv. Rongeurs (genres *Thomomys* et *Marmota*) du bord oriental de la Californie.

Journal of Anatomy (Londres), t. LVI, n° 2 (Janv.). HUNTER : Un cas de grossesse ovarienne humaine précoce. — DART : Origine des neuroblastes moteurs de la corne antérieure du tube neural. — MANN : Absence du cristallin chez l'embryon humain. — CREW : Suggestion sur la cause de la condition aspermatique du testicule imparfaitement descendu. — BOLK : Essais odontolog. — RUDOLF : Corrélation entre l'aspect et l'architecture du fémur des Mammifères. — CYRIAX : Sur certaines irrégularités normales de la colonne vertébrale dans sa partie dorsale infér. — ALLIS : Le myodome et la chambre trigémino-faciale chez les Cœlacanthides, Rhizodontidés et Paléoniscidés. — HAYES : Un fœtus humain présentant de l'iniencéphalie et d'autres anomalies.

The Journal of general Physiology (New York), t. IV, n° 3 (20 janv.). NORTHROP : L'inactivation de la trypsine. I. II. III. — OSTERHOUT : Déterminations directes et indirectes de perméabilité. — HARWEY : Etudes sur la bioluminescence. XIV. La spécificité de la luciférine et de la luciférase. — REDFIELD et BRIGHT : Les effets des rayons du radium sur le métabolisme et la croissance dans les graines. — CROZIER : Correspondance des pigments cutanés chez des espèces voisines de Nudibranches. — POWERS : La physiologie de la respiration des poissons dans ses rapports avec la concentr. en ions H du milieu. — UHLENHUTH : L'effet de l'iode et de l'iodothyrine sur les larves des salamandres. IV. Le rôle de l'iode dans l'inhibition de la métamorphose des salamandres nourries avec du thymus. — ID. : Infl. de l'alimentation avec le lobe antérieur de l'hyphophyse sur les dimensions de l'*Amblystoma tigrinum*. — — FENN : Le coeffic. de température de la phagocytose. — BROOKS : La pénétration des cations dans la cellule vivante. — LOEB : L'origine des charges électr. des particules colloïdales et des tissus vivants.

6° Sciences médicales

Revue internationale d'Hygiène publique (Genève), t. II, n° 6 (Nov.-Déc.). BERNARD : Les conditions de la contagion tuberculeuse, en partic. chez l'enfant du premier âge. — NEWMAN : L'intervention de l'état dans la prophylaxie de la tuberculose. — HOLT : L'éducation hygiénique de l'enfance. — DARWIN : La médecine préventive et l'Eugénique. — REID et MAY : La valeur de la prophylaxie individuelle dans la lutte contre les maladies vénériennes. — SELLA : Observ. sur l'*Anopheles claviger* : sa distrib. par rapport au bétail et ses déplacements pend. l'hiver. — GARCIA BANUS : La rougeole expérim. — HUMBERT : La tuberculose industr. — OLMSTED : L'organisation des services d'infirmières-visiteuses.

The Journal of Hygiene (Londres), t. XX, n° 4 (Déc.). KHALED : Etude compar. sur l'avortement bovin et la fièvre ondulante, au point de vue bactériol. — SCHUTZE : Permanence des types paratyphiques B sérologiques. — HOLST : Etude sur les effets de la tuberculine. — WORDLEY : L'isolement des organismes des fèces par une nouv. méth. — EIJKMAN : La tuberculose pulmonaire et la courbature de Van Pesch. — HEIBERG : Le régime chez les diverses classes de la société au Danemark. — FREEAR : Les qualités de conservation du lait A. — MITCHELL : La peste dans le sud de l'Afrique ; perpétuation et propagation de l'infection par les Rongeurs sauvages. — BIGGER : La valeur de la réact. de Wassermann exécutée par différ. pathologistes.

7° Géographie et Colonisation

La Géographie, t. XXXVII, n° 2 (Févr.). La description géométr. détaillée des Alpes françaises par P. Helbronner. — VALLAUX : Infl. des taches solaires sur les variations climatolog. — LANGLOIS : La découverte de l'Amérique par les Normands au xe siècle, d'après les travaux les plus récents. — Délimitation de la frontière entre le Danemark et l'Allemagne. — La métallurgie en Haute-Silésie. — BODARD : L'Ouest chinois. La province du Setchoan et les Marches tibétaines.

LIVRES REÇUS

Tous les livres reçus par la Revue *sont signalés sous cette rubrique avec une brève indication de leur contenu, sans préjudice de l'analyse critique dont ils pourront être ultérieurement l'objet dans la partie bibliographique de la* Revue.

1° Sciences mathématiques

SIMON (Pol) : *La recherche des lieux géométriques en Géométrie analytique.* 1 vol. in-8° de 232 p. avec fig. (Prix : 18 fr.). Librairie Armand Colin, Paris, 1922.

Cet ouvrage est destiné à faciliter la transition de l'étude de l'Algèbre et de la Trigonométrie à celle de la Géométrie analytique. A la suite de chaque solution analytique, l'auteur donne une solution géométrique simple.

2° Sciences physiques

CHAUVEAU (B.) : *Electricité atmosphérique.* Premier fascicule. *Introduction historique.* 1 vol. in-8° de x-90 p. (Prix : 10 fr.). G. Doin, Paris, 1922.

Ce volume est le premier d'une série de quatre, qui exposera l'ensemble des phénomènes de l'électricité atmosphérique. Il constitue une introduction historique donnant le développement des idées et des méthodes au cours de trois périodes bien caractérisées.

SCHELEST (A.) : *Die spezifischen Wärme der Gase und Dämpfe.* 1 broch. in-8° de 46 p. avec 12 fig. Franz Deuticke, Leipzig, 1922.

L'auteur, partant des chaleurs spécifiques des gaz bi-atomiques, étudie par voie théorique les chaleurs spécifiques des gaz et vapeurs polyatomiques, et leur dépendance de la température et de la pression, et confronte ses résultats avec ceux de l'expérience.

3° Sciences naturelles

VIDAL DE LABLACHE (P.) : *Principes de Géographie humaine*, publiés d'après les manuscrits de l'auteur par EMM. DE MARTONNE. 1 vol. in-8° de VIII-327 p. avec 2 cartes en noir et 4 cartes en couleur hors texte (Prix : 25 fr.). Librairie Armand Colin, Paris, 1922.

L'auteur étudie, à la lumière de l'histoire et même de la préhistoire, les phénomènes les plus ordinaires qui forment la trame de notre vie : habitation et cohabitation, moyens de nourriture, de transport, d'échange, etc.

FURON (R.) : *Tableau géologique.* 1 grande planche en noir et en couleurs, avec fig., carte et coupes (Prix : 6 fr. 50 ; plié sur carton, 10 fr.). Librairie scientifique Alb. Blanchard, 3, rue de la Sorbonne, Paris, 1922.

Ce tableau offre la série des terrains géologiques avec leurs subdivisions, leur faune et leur flore caractéristiques, une reproduction des principaux fossiles, une carte géologique de France et deux coupes.

SARTORY (A.) et **MAIRE** (L.) : *Compendium Hymenomycetum. I. Amanita.* 1 broch. in-4° de 24 p. avec 2 pl. dont une en couleurs (Prix : 5 fr.). Librairie Le François, 9, rue Casimir-Delavigne, Paris, 1922.

C'est le premier fascicule, consacré au genre *Amanita*, d'un ouvrage qui se propose de décrire tous les champignons hyménomycètes, en donnant pour chaque espèce : la synonymie, la diagnose, l'étude histologique et l'étude toxicologique.

ANTONELLI (G.) : *Calendario forestale italiano* 1922, 3e année. 1 vol. in-18 de 384 p. (Prix : 10 lire). Federazione Pro Montibus, Piazza Montecitorio, 115, Rome, 1922.

Ce calendrier, fort bien compris, contient un grand nombre de renseignements scientifiques et pratiques à l'usage des forestiers.

CANNON (W. A.) : *Plant habits and habitats in the arid portions of South Australia.* 1 vol. in-8° de VIII-139 p. avec 31 fig. et 32 pl. (Prix : 2 doll. 75 c.). Publication n° 308 de la Carnegie Institution, Washington, 1921.

Exposé de recherches sur le milieu physique où vit la végétation dans quelques parties de l'Australie du Sud, avec détails sur la pluie, l'évaporation, l'humidité relative, etc.

CUSHMAN (J. A.) : *Shallow-water Foraminifera of the Tortugas region.* 1 vol. in-8° de 85 p. avec 14 pl. (Prix : 1 doll. 50 c.). Publication n° 311 de la Carnegie Institution, Washington, 1922.

Résultats de l'étude de quelques-uns des Foraminifères les plus rares des eaux tropicales, et de leurs relations avec la faune d'autres régions.

HOULBERT (C.) : *Les Coléoptères d'Europe* (*France et régions voisines*). T. II. 1 vol. in-18 de 340 p. avec 99 fig. et 30 pl. (Prix cart. : 12 fr.) T. III. 1 vol. in-18 de 290 p. avec 30 fig. et 30 pl. (Prix cart. : 12 fr.). G. Doin, Paris, 1922.

Ces deux volumes, qui terminent l'ouvrage, sont consacrés à la classification et aux tableaux génériques illustrés.

4° Sciences médicales

DUHEM (Paul) : *L'emploi des rayons X en médecine.* 1 vol. in-18 de 304 p. avec 66 fig. de la *Bibliothèque des connaissances médicales* (Prix : 10 fr.). Ern. Flammarion, Paris, 1922.

Ce livre expose les services considérables que les rayons de Rœntgen sont susceptibles de rendre à la Médecine, tant au point de vue du diagnostic des maladies que de leur influence sur les tissus vivants et des applications thérapeutiques qui en dérivent.

LACASSAGNE (A.) et **MONOD** (Oct.) : *Les caryocinèses atypiques provoquées dans les cellules cancéreuses par les rayons X et γ et leur rôle dans la régression des tumeurs malignes irradiées.* 1 broch. in-8° de 32 p. avec 4 pl. (Prix : 4 fr.). Fasc. 1 des *Archives françaises de Pathologie générale et expérimentale et d'Anatomie pathologique.* G. Doin, Paris, 1922.

Ce travail est une contribution à l'étude du mécanisme d'action, sur les cellules cancéreuses, des radiations à courte longueur d'onde.

SABRAZÈS (J.) : *Myosites aiguës. Typhoïde et paratyphoïde.* 1 vol. in-8° de 120 p. avec 4 pl. (Prix : 10 fr.). Fasc. 2 des *Arch. françaises de Pathologie génér. et expérim. et d'Anatomie patholog.* G. Doin, Paris, 1922.

Cette monographie n'est pas seulement une mise au point des myosites typhiques et paratyphiques ; on y trouvera aussi des renseignements sur la structure du tissu musculaire et sur les techniques histologiques applicables à son étude.

SOMMAIRES DES JOURNAUX SCIENTIFIQUES

1° Périodiques généraux

Proceedings of the National Academy of Sciences of the U. S. of America (Easton, Pa.), t. VIII, n° 3 (Mars). MOORE : Sur la relation d'une courbe continue avec ses domaines complément. dans l'espace à 3 dimensions. — EVANS et LONG : Effets caractérist. sur la croissance et l'ovulation produits par l'administration intrapéritonéale de subst. fraîche de l'hypophyse antérieure. — MASUROWSKY : Etude des effets des graines de *Cucurbita Pepo* sur l'excrétion des reins. — JOHNSON, HILL et CASE : L'act. du diazométhane sur l'uracile. — DUANE et MAZUMDER : Absorption des rayons X de courte longueur d'onde par Al et Cu. — COBLENTZ : Température effective de 16 étoiles déterm. par la distribution de l'énergie dans le spectre complet. — RUEDEMANN : Etudes nouv sur l'évolution arrêtée. — ID. : Nouv. formes de vie du Silurien

Philosophical Magazine and Journal of Sciences (Londres), n° du 1er avril 1922. DARWIN : Notes sur la théorie de la radiation. — SANO : Théorie thermodynam. de la tension superfic. — FOOTE, MOHLER et MEGGERS : Exception significative au principe de la sélection. — NARAYAN : Forme modifiée du spectrophotomètre à double fente. — ID. et SUBRAHMANYAM : Tensions superfic. de sol. de savons pour diverses concentr — SEN : Sur la théorie cinétique des solides (métaux) et le partage de l'énergie thermique. I-II. — THOMAS : L'anémomètre thermométr. — NEWGASS : Sur une interprétation physique possible de la relation de Lewis et Adams entre *h*, *c* et *e*. — VAN DER POL : L'hystérèse d'oscillation dans un générateur triode à 2 degrés de liberté. — WHIDDINGTON : Phénom de polarisation dans les ampoules à rayons X. — Sir J. J. THOMSON : Applic. de la théorie électronique de la chimie aux solides. — WOOD : Fluorescence et photochimie. — RAWLINS : Sur une relation possible entre la longueur focale des objectifs de microscope et le nombre de franges perçues en lumière polarisée convergente. — NICHOLSON : Sur les produits de fonctions de Legendre.

Anales de la Sociedad cientifica Argentina (Buenos Aires), t. XCII, n°s 1-3 (Juillet-Sept. 1921). VOLTERRA : Fonctions de lignes. Equations intégrales et intégro-différentielles. — BIGELOW : La théorie des deux orbites pour l'explic. de l'origine de la radiation. — CHAUDET : L'œuvre du Prof. Bigelow sur la radiation solaire. — SPEGAZZINI : Plantes nouv. ou intéressantes. — SANTSCHI : Quelques nouv. *Cryptocerus* de l'Argentine et pays voisins.

2° Art de l'Ingénieur

Bulletin officiel de la Direction des Recherches scientifiques et industrielles et des Inventions, n° 29 (Mars). AUCLAIR : Essai d'un camion équipé pour le fonctionnement au gaz pauvre. — LENOUVEL : Appareil de projection cinématographique. — VALLÉE : Lunettes sous-marines. — RIBAUD : Chauffage par induction à haute fréquence. — BREUIL : Contrib. à l'étude des colles et des collages pour bois. — Micromètre de MM. Broca et Comandon.

Bulletin de la Société d'Encouragement pour l'Industrie nationale, t. CXXXIV, n° 3 (Mars). PRACHE : Appar. destiné à l'étude des vibrations produites dans les édifices par la circulation des véhicules. — MARTINOT-LAGARDE : Les moteurs d'aviation. Evolution, tendances actuelles. — LEMOINE : Les ressources nouv. offertes à la recherche scientif. — PASSELÈGUE : Le premier Salon de la machine agricole (Paris, 28 janv.-5 févr.).

3° Sciences physiques

Le Journal de Physique et le Radium, t. III, n° 3 (Mars). BRILLOUIN : Atome de Bohr. Fonction de Lagrange circumnucléaire. — WEISS et RIBAUD : Sur la théorie cinétique de l'ab-

Une nouvelle formule d'étude :

Le film commenté par le livre.
Le livre illustré par le film.

Films Médicaux et Scientifiques

de Pathé Consortium Cinéma

Séries Gaston DOIN

Une collection de livres et de films publiés sous la Direction scientifique d'un Comité médical.

:: :: BOTANIQUE :: ::
:: :: ZOOLOGIE :: ::
:: BACTÉRIOLOGIE ::
:: :: CYTOLOGIE :: ::

:: :: PHYSIOLOGIE :: ::
MÉDECINE OPÉRATOIRE
:: :: NEUROLOGIE :: ::
:: CULTURE PHYSIQUE ::

PATHÉ CONSORTIUM CINÉMA
Service de l'Enseignement
67, Rue du Faubourg Saint-Martin
PARIS 10e

LIBRAIRIE OCTAVE DOIN
GASTON DOIN, Éditeur
:: :: 8, Place de l'Odéon :: ::
PARIS 6e

PRÉPARATIONS COLLOÏDALES

(Métaux Colloïdaux électriques à petits grains.
Colloïdes électriques et chimiques de métalloïdes ou de dérivés métalliques)

Electrargol	(Argent)	**Electroplatinol** . . .	(Platine)
Electromartiol. . . .	(Fer)	**Electrorhodiol** . . .	(Rhodium)
Electraurol	(Or)	**Electriridiol**.	(Iridium)
Electr-Hg	(Mercure)	**Electropalladiol** . .	(Palladium)
Electrocuprol . . .	(Oxyde de cuivre)	**Thiarsol**.	(Sulfure d'arsenic)
Electrosélénium. . .	(Sélénium)	**Collothiol**	(Soufre)

Obtenues par la méthode chimique ou par la méthode physique (électrique), les solutions colloïdales sont constituées par la suspension en milieu liquide d'une infinité de grains ultramicroscopiques, animés du mouvement brownien et présentant une charge électrique de signe défini. Grâce à la grande surface de ces grains, les colloïdes présentent un énergique pouvoir catalytique et fermentaire.

Les colloïdes possèdent d'importantes propriétés biologiques, bien étudiées depuis que l'on sait le rôle des colloïdes naturels dans la physiologie normale. Injectés à l'homme ou aux animaux, ils augmentent les oxydations et les échanges nutritifs, ils stimulent la défense contre les toxines et les fonctions d'élimination, ils provoquent un mouvement leucocytaire très marqué.

Les colloïdes sont d'un usage thérapeutique courant : les métaux (type : Electrargol) sont des médicaments antiinfectieux de premier ordre (toutes maladies infectieuses) ; on emploie certains colloïdes comme spécifiques (Electr-Hg — Electrosélénium — Electrocuprol — Electromartiol — Collothiol)

Les Laboratoires Clin préparent tous les colloïdes qu'il est possible d'obtenir dans l'état actuel de la science.

Pour l'expérimentation thérapeutique ou les usages de laboratoire, les Laboratoires Clin délivrent des préparations colloïdales pures, à constantes physiques définies.

Laboratoires CLIN, 20, rue des Fossés-Saint-Jacques, PARIS

Touristes!!! dans vos excursions

emportez le VÉRASCOPE RICHARD

BREVETÉ S. G. D. G.

Quel que soit le temps, vous ferez d'admirables photographies

10, RUE HALÉVY (Opéra)

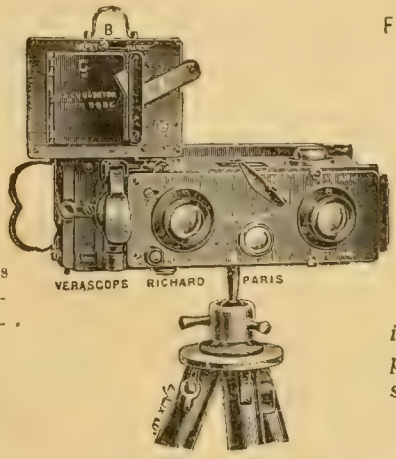
Le Vérascope est

ROBUSTE
PRÉCIS
PARFAIT
ÉLÉGANT

Les explorateurs, les coloniaux, les missionnaires, les alpinistes, les touristes, les amateurs proclament hautement que le Vérascope est la

Merveille photographique

• • • •



FORME CORRECTE
GRANDEUR EXACTE
PERSPECTIVE JUSTE
COULEUR VRAIE

Nouveauté!

MAGASIN POUR PELLICULES EN BOBINES

Breveté S. G. D. G.

interchangeable avec le magasin pour plaques et se chargeant instantanément en plein jour.

• • • •

Pour les débutants le **GLYPHOSCOPE**

pour plaques 45 × 107 a les qualités fondamentales du **Vérascope**

Demander les Notices illustrées, envoyées franco : 25, RUE MÉLINGUE, PARIS

Exposition et vente de dispositifs vérascopiques : 7, rue Lafayette (près l'Opéra)

Ancienne Maison Ch. VERDIN, ✻, ✪, ✠

G. BOULITTE, Succr

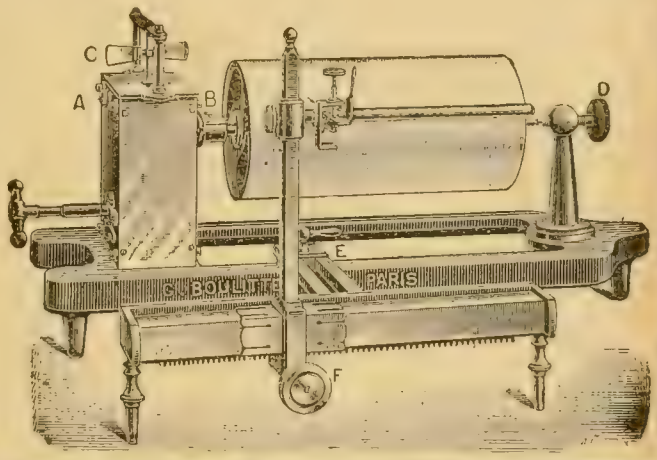
Ingénieur-Constructeur à PARIS

15 à 21, rue Bobillot, PARIS (13e)

(anciennement 7, rue Linné)

Appareils de précision pour la PHYSIOLOGIE et la MÉDECINE

ENREGISTREURS, MOTEURS ÉLECTRIQUES A VITESSE CONSTANTE, CHRONOGRAPHES, CHRONOSCOPES, SIGNAUX ÉLECTROMAGNÉTIQUES DE M. DEPREZ, ÉLECTRODIAPASONS, MANOMÈTRES, DYNAMOMÈTRES, SPHYGMOGRAPHES, ETC.



sorption dans les gaz; raies d'absorption. — Vaillant : Variation de conductibilité des électrolytes solides.

Bulletin de la Société française des Electriciens, t. I, n° 10 (Décembre). Leblanc fils : Nouveau type de pile à oxyde de cuivre régénérable. — Harlé : Quelques données pratiques pour l'amélioration du facteur de puissance. — Allain-Launay : Présentation d'expériences faites au Labor. central d'Electricité devant la 5e Commission de l'Union des Syndicats de l'Electricité.

Recueil des Travaux chimiques des Pays-Bas, t. XLI, n° 4 (15 avril). Boeseken et de Graaff : Sur la configuration des acides β-phénylglycériques et de l'acide phénylglycidique. — Verkade : Contributions à l'étude de l'acide glutaconique. — Gelissen : Sur la réaction de Golodets (réaction du peroxyde de benzoyle). — Schoorl : Le titrage d'alcaloïdes du quinquina et de leurs sels.

Chimie et Industrie, t. VII, n° 3 (Mars). Kaltenbach : L'état actuel de la grande industrie chimique allemande. — Pomilio : La product. de la potasse et de l'alumine à partir des leucites italiennes au moyen du chlore. — Mallet : Utilisation des gaz de fours à coke. — Travers : Méthodes de dosage du C dans les fers, fontes et aciers (*fin*). — Sauvageon : La fabric. du verre au four électr. à radiation. — Candlot : La fabric. du ciment fondu. — Depasse : Industrie des extraits de châtaigner (*suite*). — Kohn-Abrest : L'oxyde de carbone, les combustibles et l'hygiène.

4° Sciences naturelles

Comptes rendus des séances de la Société de Biologie, t. LXXXVI, n° 12 (25 mars). Baur et Convelle : Note sur un cas de bronchite sanglante à fuso-spirochètes de Vincent. — Bezançon, Mathieu et Philibert : Application au diagnostic de la tuberculose pulmonaire de l'enrichissement apparent en bacilles tuberculeux des crachats mis à l'étuve. — Id., Id. et Id. : Augmentation apparente de nombre des bacilles tuberculeux dans les crachats en voie de putréfaction. — Carnot, Koskowski et Libert : Action de l'histamine sur les sucs digestifs chez l'homme. — Coutard et Lavedan : Troubles cardio-vasculaires déterminés par les rayons X au cours du traitement des néoplasmes. — Hérelle (d') : Sur la prétendue production d'un principe lytique sous l'influence d'un antagonisme microbien. — Lacassagne, Lavedan et Léobardy : Syndrome purpurique provoqué par les rayons X chez le lapin nouveau-né. — Laubry, Mougeot et Giroux : Modifications dynamiques de

l'onde pulsatile artérielle en aval d'un brassard insufflé à un taux supra-miminal. — Id., Id. et Id. : Modifications dynamiques de l'onde pulsatile artérielle par insufflation d'un brassard à la pression minima. — Mestrezat et Magitot : Sur la nature de l'humeur aqueuse de seconde formation chez l'homme. — Nègre et Boquet : Pouvoir antigène in vivo et in vitro des bacilles de Koch et de leurs extraits. — Ramon : Floculation dans un mélange neutre de toxine-antitoxine diphtériques. — Richaud : Sur la toxicité du benzylglucoside β obtenu par synthèse biochimique. — Stern et Battelli : L'excitation chimique des centres nerveux intraventriculaires. — Id. et Gautier : L'emploi de l'injection intraventriculaire comme méthode d'étude de l'action directe des substances sur les centres nerveux. — Troisier et Wolf : Action comparée du calcium et du potassium sur l'évolution des greffes cancéreuses expérimentales. — Violle et Lescœur : A propos de la diurèse minérale provoquée. — Weil et Guillaumin : L'augmentation en acide urique combiné organique du sang humain. — Doumer : Pression sanguine et tension des artères. — Maige : Influence de la température sur la formation de l'amidon dans les cellules végétales. — Arloing et Vauthey : Action antianaphylactique des eaux minérales de Vichy (nouvelles recherches expérimentales). — Id et Id. : Effets suspensifs des propriétés anaphylactogènes d'un sérum par son mélange avec l'eau de Vichy. — Clément : Trépidations épileptoïdes et anesthésie. — Cluzet et Chevallier : Sur la toxicité de l'émanation du thorium, en inhalation prolongée. — Corsy : Lobe surnuméraire du foie, implanté sur la face inférieure de la vésicule biliaire. — Cotte : Une anomalie temporaire dans la phyllotaxie du platane. — Gabriel : La ponte de *Notommata werneckii* dans les galles de *Vaucheria aversa*.

Comptes rendus de la Société de Biologie, t. LXXXVI, n° 13 (1er avril). Achard, Binet et Cournand : Les variations du sucre sanguin à la suite de l'injection intra-veineuse de novarsénobenzol. — Boquet et Nègre : Sur les propriétés antigènes des extraits alcoolo-méthyliques de bacilles de Koch et des lécithines. — Camus, Roussy et Le Grand : Un cas de diabète insipide par lésion de l'infundibulum. — Giaja : La levure vivante et la levure toluénisée se comportent de la même façon envers la concentration du milieu sucré. — Id. : Sur la levure dépouillée de membrane. — Id. et Males : Sur la consommation d'oxygène et le pouvoir fermentatif de la levure toluénisée et fluorée. — Lacassagne et Lavedan : Numération des éléments du sang dans le syndrome purpurique rontgénien du lapin nouveau-né. — Laucque : L'hypertonie minérale dans les Algues marines. — Laugier : La théorie de l'excitation et l'efficacité des ondes en échelons. — Loeper et Baumann : La dissociation de la sécrétion acido-peptique dans certaines affections gastriques. — Id. et Id. et Debray : Les variations de la pepsinémie dans les affections de l'estomac. — Mooc : Le dosage de l'ammoniac par la méthode de Schlœsing. — Navarro-Martin et Stefanopoulo : Action de l'aminophénolarsinate de soude (189) sur les trypanosomiases expérimentales du cobaye. — Ramon : Sur une technique de titrage *in vitro* du sérum antidiphtérique. — Appelmans et Wagemans : Bactériophages de diverses provenances. Bruynoghe et Maisin : Réponse à la note de MM. Gratia et Jaumain relative aux réactions produites par l'injection de bactériophage. — De Decker : De l'influence de la chaleur sur le principe bactériophage. — Heymans : Action hyperthermisante, salivaire et cardiaque de la thionine. — Roskam : Le rôle du plasma dans l'agglutination des globulins — Wodon : Note sur les valeurs de l'azote résiduel du sang. — N° 14 (8 avril). Abelous et Soula : Adrénaline active et adrénaline virtuelle — Achard et Feuillié : Variations du taux des albumoses, du sucre libre et de l'acide carbonique combiné dans le sang artériel au cours du choc sérique et du choc peptonique. — Armand-Delille, Hillemand et Lestocquoy : Variations de la teneur en anticorps du sérum chez les tuberculeux pulmonaires. — Battelli et Stern : Effets produits par les extraits de la glande pinéale, des capsules surrénales, du foie, du testicule et de l'ovaire injectés dans les ventricules latéraux du cerveau. — Favreul et Fortineau : Traitement de quelques infections aiguës par un vaccin pyocyanique. — Gautrelet : Réactions vaso-motrices persistantes consécutives à l'introduction de certaines substances (métaux colloïdaux notamment), dans la circulation. — Geneys : Sur le déterminisme des variations de la coloration chez un Hyménoptère parasite. — Guyénot et Ponse : L'organe de Bidder et les caractères sexuels du crapaud. — Joltrain et Benard : Crises hémoclasiques provoquées par les applications thérapeutiques de rayons X et de radium. — Marie : Dosage de l'urée dans différents sérums. — Mutermilch et Latapie : Sur une simplification du procédé dit rapide pour le séro-diagnostic de la syphilis. — Nègre : A propos du procès-verbal, Action favorisante des sels de potassium sur l'évolution des greffes cancéreuses expérimentales. — Philibert et Bigot : Diagnostic d'un cas de pustule maligne par l'hémoculture ; septicémie à Bactéridies de Davaine. — Regaud : Influence de la durée d'irradiation sur les effets déterminés dans le testicule par le radium. — Id. : Remarques à propos de la communication de MM. Benard et Joltrain. — Richaud : Sur l'action des sucs digestifs sur le β benzyl-d-glucoside. — Stern, Battelli et Jauffret : Action produite par les extraits d'hypophyse, de thyroïde et de rate injectés dans les ventricules latéraux du cerveau. — Tiffeneau et Boyer : Sur l'action physiologique de la pelletiérine Analogie de ses effets avec ceux produits par la nicotine. — Tournade et Chabrol : L'adrénalinémie consécutive à l'excitation du splanchnique témoigne bien d'une activité sécrétoire des surrénales, régie par le système nerveux. — Tournade et Chabrol : Le procès de l'adrénalinémie physiologique : le pour et le contre. — Id. et Id. : Précisions sur le rôle vaso-constricteur pur attribué au splanchnique. — Belot : Le diagnostic de la nature tuberculeuse de l'adénopathie trachéobronchique chez l'enfant. — Dodel : Sur un dispositif permettant de supprimer le travail négatif dans le travail à l'ergographe de Mosso. — Dubreuil : Variabilité des formations lymphoïdes et de la pulpe rouge de la rate. — Leuret, Aumont et Delmas-Marsalet : Les courbes d'insufflation dans le pneumothorax artificiel. Quelques points particuliers dans le pneumothorax artificiel. — Sabrazès : Esclaves basophiles des polynucléaires.

Bulletin de la Société Zoologique de France, t. XLVII, n° 1 (Janvier). Rabaud : Notes sur le comportement de *Riel ia manticida* Kieff., Proctotrypide parasite des oothèques des Mantes. — A. Burdet : L'art de photographier les oiseaux en liberté. — Pierre Denier : Sur les Benthrides de la Guadeloupe. Descr. d'une esp. nouv. du g. *Ephebocerus* Schh. et notes synon. — Marcel Prenant : Nouv. remarques sur le parenchyme des Plathelminthes. — N° 2 (Février). R. de La Vaulx : Destinées diverses de la furca dans le groupe des Cladocères. — M. Neveu-Lemaire : *Ascaris lumbricoïdes* L. et corps étrangers de l'intestin. — F. Larrousse : Nouv. esp. américaine du g. *Phlebotomus*, *P. Tejerax*, et tableau permettant de déterminer les mâles des différentes esp. de ce g. — Edgard Hérouard : Le tétraèdre morphogénique et le rôle des colloïdes dans sa formation. — Ch. Joyeux : Recherches sur l'*Urocystis prolifer* Villot, note prélim.

The Journal of general Physiology (New-York), t. IV, n° 4 (20 mars). Fenn : La réponse théorique des cellules vivantes en contact avec des corps solides. — de Kruif : Changement de l'optimum d'agglutination par les acides comme indice de la mutation bactérienne. — Id. : Le mécanisme de la croissance granulaire du bacille type G de la septicémie du lapin. — Coulter : L'agglutination des cellules rouges du sang en présence du serum sanguin. — Cameron et Hollenberg : La toxicité relative des halogènes et de certains autres anions. Sagiura et Failla : Quelques effets de radiations du Ra sur la souris blanche. — Mc Guire et Falk : Le gel de banane. — Loeb : Les lois quantitatives de la régénération. III. La base quantitative de la polarité dans la régénération. — Id. : Charges électr. des particules colloïdales et osmose anormale.

5° Sciences médicales

Bulletin de l'Académie de Médecine, t. LXXXVII, n° 13 (28 mars). Bernard Sur les récompenses à décerner pour la propagande en faveur de la vaccination antityphoïdique. — Calmette : Faut-il sacrifier les vaches laitières qui réagissent à la tuberculine. — Doumer : L'acide élaïerinique dans la fluxion rhumatismale et dans la fluxion goutteuse. — Mulon : Dangereux préjugés sur la désinfection des crèches.

Bulletin de l'Académie de Médecine, t. LXXXVII, n° 14 (4 avril). Delamare et Osman Noury : Sur un cas de farcin humain. — Pettit. Sur l'origine infectieuse de la sclérose en plaques. — Saloz : A propos d'une épidémie de scarlatine chez l'adulte. — Calot : Combien de cas étiquetés coxalgies qui sont des malformations congénitales méconnues. Comment les distinguer? — Renaud et Albertier : Fréquence et gravité des otites chez les nourrissons. — N° 15 (11 avril). Deromps (Mlle) : Sur la stérilité en Perse. — Doléris et Lecoq : Sur la pratique du maltage des aliments amylacés. — Kuss : Détermination du coefficient de fixation dans les poumons des poussières sèches et des gouttelettes poussiéreuses en suspension dans l'air inspiré.

Annales de l'Institut Pasteur, t. XXXVI, n° 3 (Mars). Marinesco : Recherches sur les lésions du système nerveux central dans le typhus exanthématique. Le rôle de la nevrite ascendante dans le mécanisme de ces lésions. — Bertrand et Rosenblatt (Mme) : Sur la répartition du manganèse dans l'organisme des plantes supérieures. — Metalnikow et Gaschen : Immunité cellulaire et humorale chez la chenille (suite). — Thomas : Le dosage colorimétrique de la tyrosine et l'indice phénolique des protéiques. — Masaki : Du vaccin anticholérique sensibilisé vivant

Annales de l'Institut Pasteur, t. XXXVI, n° 4 (Avril). Mutermilch : L'épidémie de choléra dans l'armée polonaise (1920-1921). — Boullanger : Rech. expérim. sur la fabrication des nitrates par l'oxydation biochim. de l'ammoniaque (suite). — Césari : Etude sur la floculation des extraits alcool. d'organes par les sérums normaux et les antisérums.

Bulletin de l'Institut Pasteur, t. XX, n° 6 (30 mars). Magrou : La symbiose chez les Plantes (*suite*).

Bulletin mensuel de l'Office international d'Hygiène publique, t. XIV, n° 2 (Févr.). Roca : Méth. pour neutraliser les vapeurs d'HCN. — La lutte contre les maladies vénériennes, l'alcoolisme, la tuberculose et certaines intoxications volontaires en Uruguay. — Sir G. S. Buchanan : L'épidémie d'influenza en Angleterre à la fin de 1921 et au début de 1922. — La lutte contre les maladies vénériennes en Angleterre.

6° Géographie et Colonisation

Annales de Géographie, t. XXXI, n° 170 (15 mars). Gallois : Géographie humaine. — de Margerie : Une nouvelle carte géologique du monde? — Baulig : Questions de morphologie vosgienne et rhénane. — Chudeau : Les irrigations du Niger et la culture du coton. — de Martonne : Les panoramas en couleurs du Mont-Blanc, d'après Helbronner. — Hauck : Les industries de la vallée de la Vologne (Vosges). — Lewandowski : Les industries textiles en Pologne. — Camena d'Almeida : Les iles d'Aland.

LIVRES REÇUS

Tous les livres reçus par la Revue *sont signalés sous cette rubrique avec une brève indication de leur contenu, sans préjudice de l'analyse critique dont ils pourront être ultérieurement l'objet dans la partie bibliographique de la* Revue.

1° Sciences mathématiques

DA CUNHA (Pedro José) : *Reflexoes sôbre a teoria dos conjuntos.* 1 broch. in-8° de 64 p. Imprensa nacional, Lisbonne, 1922.

L'auteur expose quelques remarques sur la théorie des ensembles qui lui ont été suggérées par la pratique de l'enseignement.

SERVICE GÉOGRAPHIQUE DE L'ARMÉE. *Rapport sur les travaux exécutés en* 1914. 1 broch. in-8° de IV-84 p. avec 26 pl. en noir et en couleurs. — *Publications nouvelles et modifications au Catalogue des cartes, plans et autres ouvrages.* 1 broch. in-8° de 32 p. avec 1 carte. Imprimerie du Service géographique de l'Armée, Paris, 1921-22.

2° Sciences physiques

MICHAUD (F.) : *Rayonnement et gravitation.* 1 vol. in-8° de V-61 p. (Prix : 6 fr.). Gauthier-Villars et Cie, Paris, 1922.

L'auteur, en appliquant le principe de relativité au rayonnement, édifie une théorie, non plus uniquement formelle, mais explicative, qui s'étend à la gravitation et pénètre déjà dans le domaine de l'électricité.

STRASSER (H.) : *Die Grundlagen der Einstein'schen Relativitätstheorie. Eine kritische Untersuchung.* 1 vol. in-8° de 110 p. Akademische Buchhandlung, Berne, 1922.

Exposé et critique de la théorie de la relativité d'Einstein.

TILGHER (Adr.) : *Relativistes contemporains.* Préface de M. MISSIROLI. Traduction de la 3e édition italienne par J. BAYE. 1 broch. in-8° de 88 p. Libreria di Scienze e Lettere, Rome ; Librairie Farine, 47, rue Laffitte, Paris, 1922.

L'auteur étudie le relativisme en philosophie avec Vaihinger, en Science avec Einstein et en histoire avec Spengler et montre l'esprit essentiellement révolutionnaire qui l'anime.

CHRISTESCO (St.) : *Explorations dans l'ultra-éther de l'Univers et les anomalies des théories d'Einstein.* 1 vol. in-8° de 440 p., avec un atlas de cosmogonie scientifique contenant 32 pl. hors texte et 5 dans le texte (Prix : 30 fr.). Librairie Félix Alcan, Paris, 1922.

HICKS (W. M.) : *A treatise on the analysis of spectra.* 1 vol. gr. in-8° de 326 p. avec fig. (Prix cart. : 35 sh.). Cambridge University Press, 1922.

Cet ouvrage est destiné à servir à la fois d'introduction pour ceux qui désirent entreprendre l'étude des spectres et de référence pour ceux qui travaillent déjà dans ce domaine.

SOUBRIER (M.) : *Précis d'Electricité industrielle. Les appareils à courant alternatif.* 1 vol. in-8° de IV-152 p. avec 109 fig. (Prix : 10 fr.). Dunod, Paris, 1922.

Cet ouvrage renferme la substance des connaissances requises pour comprendre le fonctionnement des appareils à courant alternatif.

DE GRAFFIGNY (H.) : *Les électro-aimants et bobines d'induction.* 1 vol. in-18 de 200 p. avec 116 fig. (Prix : 6 fr.). Desforges, 29, quai des Grands-Augustins, Paris, 1922.

Bon résumé des connaissances utiles sur la construction et les applications des électro-aimants et bobines d'induction.

OCCHIALINI (A.) : *Elettrotecnica elementare.* Tome I. 1 vol. in-8° de 344 p. avec 241 fig. (Prix : 22 lire). F. Le Monnier, Florence, 1921.

Ce premier volume est consacré au magnétisme, à l'électrostatique, à l'électrochimie, à l'électrodynamique, à l'électromagnétisme et à l'induction électromagnétique ; il renferme de nombreux problèmes.

STEWART (A. W.) : *Some physico-chemical themes.* 1 vol. in-8° de XII-419 p. avec 41 fig. et 5 pl. (Prix cart. : 21 sh.). Longmans, Green and Co, Londres, 1922.

Ce volume présente l'étude détaillée d'un certain nombre de questions de Chimie physique ; il constitue une transition entre les traités systématiques et les mémoires originaux.

FABRE (L.) : *La séparation industrielle des solides en milieu liquide.* 1 vol. in-8° de 230 p. avec 78 fig. (Prix : 16 fr.). G. Doin, Paris, 1922.

Cet ouvrage expose surtout les méthodes modernes américaines et décrit la construction et les applications d'un matériel nouveau perfectionné, mais peu connu.

HOWE (H. M.) : *La Métallographie de l'acier et de la fonte. Traduit par Octave* HOCK. 1 *vol. gr. in-8° de* 706 *p. avec* 123 *fig. et* 45 *pl.* (*Prix* : 120 *fr.*). *Ch. Béranger, Paris et Liége*, 1922.

Ce volume renferme deux parties distinctes : une introduction à la science de la métallographie microscopique appliquée à l'acier et à la fonte, et une étude approfondie du mécanisme de la déformation plastique.

PURVIS (J.E.) et **HODGSON** (T. R.) : *The chemical examination of water, sewage, foods and other substances.* 2e édition. 1 vol. in-8° de 346 p. de la *Cambridge Public Health Serie* (Prix cart. : 20 sh.). Cambridge University Press, 1922.

Précis d'analyse chimique des eaux et des substances alimentaires, mis au courant des dernières méthodes.

3° Sciences naturelles

TERMIER (P.) : *A la gloire de la Terre. Souvenirs d'un géologue.* 1 vol. in-12 de 428 p. (Prix : 15 fr.). Nouvelle Librairie nationale, 3, place du Panthéon, Paris, 1922.

Dans ce volume, l'auteur a réuni un certain nombre d'articles publiés antérieurement : portraits de géologues, exposés de quelques-uns des grands problèmes de la Science de la Terre.

RESTA (Raff.) : *L'Educazione del geografo.* 1 vol. in-12 de IV-412 p. de la *Biblioteca pedagogica antica e moderna* (Prix : 10 lire). Societa editrice Dante Alighieri, Milan, Rome, Naples, 1922.

Ce volume est divisé en 3 parties : 1° la Géographie et le géographe ; 2° la Géographie humaine et son caractère subjectif ; 3° l'éducation du géographe et la didactique de la géographie.

4° Sciences diverses

Annuaire de l'Académie Royale des Sciences, des Lettres et des Beaux-Arts de Belgique (1922). 88e année. 1 vol. in-18 de 208 p. avec 7 portraits. M. Lamertin, M. Hayez, Bruxelles, 1922.

Outre les renseignements habituels, ce volume renferme des notices sur la vie et les travaux de : E. Gossart, Ad. Prins, E. Nys, Ad. Samuel, Ad. Siret.

BLOCH (G.) : *L'Empire romain. Evolution et décadence.* 1 vol. in-18 de 310 p. de la *Bibliothèque de Philosophie scientifique* (Prix : 7 fr. 50). Ern. Flammarion, Paris, 1922.

Ce volume ne se propose pas de refaire l'histoire de l'Empire romain, ni le tableau de ses institutions, mais d'en décrire l'évolution depuis ses origines jusqu'à sa décadence.

SOMMAIRES DES JOURNAUX SCIENTIFIQUES

1° Périodiques généraux

Proceedings of the National Academy of Sciences of the U. S. of America (Easton, Pa.), t. VIII, n° 4 (Avril). HARGER : L'oxydation de l'hydroquinol en présence d'amines aliphat. — DAVIS et TERRILL : Le réseau du mica et les intensités des ordres spectraux. — DAVIS : Potentiels d'ionisation et de radiation et grandeur de l'atome. — BARUS : Périodes et décrément logarithm. de l'aiguille gravitante sous un vide élevé. — ID. : La réflexion plane du son, par le résonateur à trou d'aiguille. — SHAPLEY : Sur le problème des grandes distances stellaires. — PEARL et BURGER : L'indice vital de la population de l'Angleterre et du pays de Galles de 1838 à 1920. — PEARL : Fluctuations saisonnières de l'indice vital d'une population. — HITCHCOCK : Une solution de l'équation de la matrice linéaire par double multiplication.

Journal of the Washington Academy of Sciences (Easton, Pa.), t. XII, n° 7 (4 avril). HERSEY : Sur une méthode générale de détermin. des propriétés de la matière. — BROUWER : Les traits tectoniques principaux des Indes orientales néerlandaises. — N° 8 (19 avril). SCHALLER : La sincosite, nouv. minéral. — SHANNON : La cristobalite du basalte de la rivière Columbia, à Spokane. — WHERRY : Les propriétés optico-cristallogr. de l'oxalate de Ca monohydraté. — BLAKE : Deux nouv. espèces d'*Acanthospermum* des Iles Galapagos. — HITCHCOCK : Une espèce pérenne de théosinte. — SVERDRUP : Coutumes des Chukchi natifs du NE de la Sibérie.

Journal of the Franklin Institute (Philadelphie), t. CXCIII, n° 4 (Avril). AUSTIN : Radiocommunication à longue distance. — JONES : Les levés aériens. — WILLIAMSON : La variation des propriétés phys. des métaux avec la pression. — SPELLER : Le contrôle de la corrosion par la désactivation de l'eau.

Anales de la Sociedad cientifica Argentina (Buenos Aires), t. XCII, n°s IV-VI (Oct.-Déc. 1921). SCOTT-BIRABEN et FERNANDEZ-MARCINOWSKI : Variations locales des caractères spécif. chez les larves d'amphibiens. — KATI y MIGUEL FERNANDEZ : Biologie et reproduction de quelques Batraciens argentins. I *Cystignathidæ*. — SERIÉ : Catalogue des Ophidiens argentins. — LOZANO : Statistique de la mortalité par tuberculose dans la Républ. Argentine de 1911 à 1920. — PAOLI : Nouv. syst. industriel de fabric. du sulfate de cuivre. — DIAZ : Les bombes explosives à Buenos-Aires. — NICOLAS : Exploitation scientif. des sels potassiques. — SPEGAZZINI : Nouv. espèce argentine du genre *Prosopanche*.

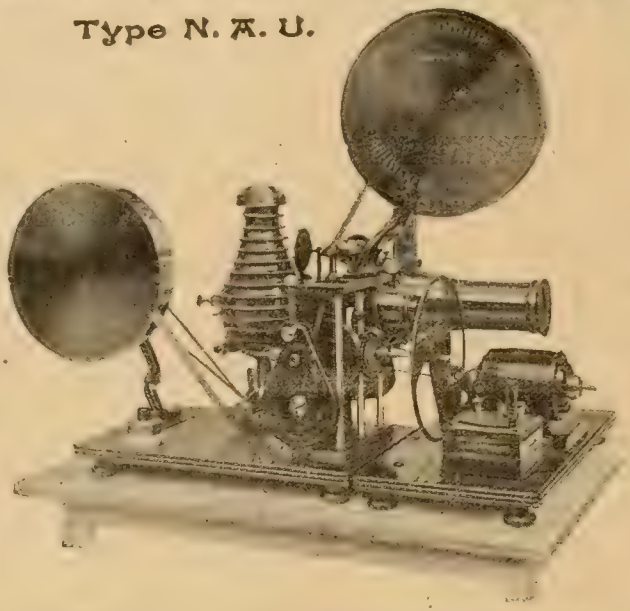
Archives des Sciences physiques et naturelles, t. IV (Mars-Avril). JACQUEROD et MUGELI : Rech. sur les anomalies du verre de silice (*fin*). — DE WISNIEWKI : Essai de théorie de l'influence du champ magnétique sur l'émission des rayons X. — GAUTIER : Observations météorol. faites aux fortifications de Saint-Maurice pendant l'année 1921.

The South African Journal of Science (Johannesburg), t. XVIII, n°s 1-2 (Déc. 1921). DUERDEN : L'anthropologie sociale dans l'Afrique du Sud. Problèmes de race et de nationalité. — LUNT : Distances, grandeurs et mouvements stellaires. — MOIR : La théorie atomique en 1921. — BEWS : Quelques aspects de la Botanique en Afrique du Sud et l'écologie végétale au Natal. — FANTHAM : Quelques progrès récents de la Zoologie et leur relation avec les problèmes actuels. — LORAM : Ce que la ques-

Appareil Pathé-Enseignement

Type N. A. U.

Adopté par le Ministère de l'Instruction publique, les Universités, les Facultés, les Grandes Ecoles.



Admis, sans cabine, dans les séances publiques par la Préfecture de Police

Construit par les Etablissements CONTINSOUZA

SIMPLE — ROBUSTE — STABLE — LE PLUS LUMINEUX

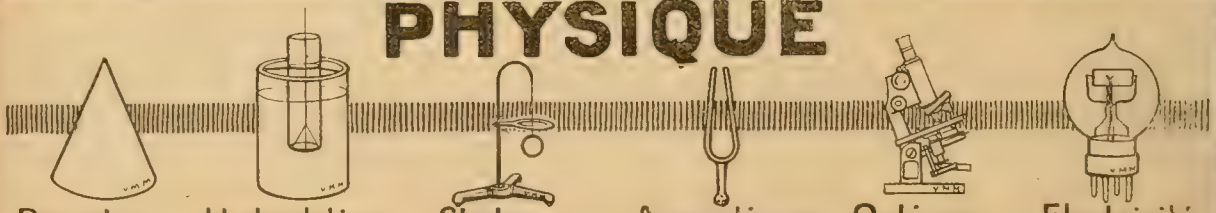
Permettant l'arrêt sur les images du film

Le meilleur appareil pour les conférences et l'enseignement

Service de l'Enseignement — Pathé Consortium Cinéma

67, Rue du Faubourg-Saint-Martin, PARIS (10e)

PHYSIQUE



Pesanteur Hydrostatique Chaleur Acoustique Optique Electricité

V.M.M.

Bureaux / Ateliers — 11, rue Blainville PARIS (Ve) T. Gob. 47-64

ARGUS DES SCIENCES

Gratuit

Occasions Scientifiques

CATALOGUES

CHIMIE

Touristes!!! dans vos excursions emportez le VÉRASCOPE RICHARD

BREVETÉ S. G. D. G.

Quel que soit le temps, vous ferez d'admirables photographies

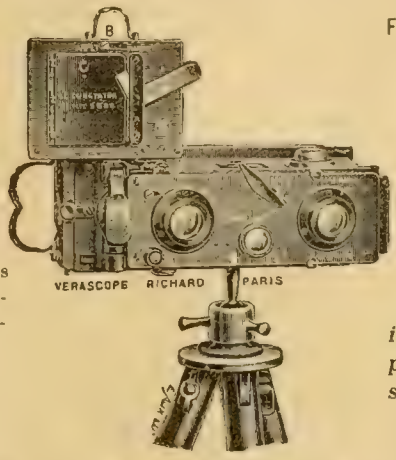
10, RUE HALÉVY (Opéra)

Le Vérascope est
ROBUSTE
PRÉCIS
PARFAIT
ÉLÉGANT

Les explorateurs, les coloniaux, les missionnaires, les alpinistes, les touristes, les amateurs proclament hautement que le Vérascope est la

Merveille photographique

• • • •



FORME CORRECTE
GRANDEUR EXACTE
PERSPECTIVE JUSTE
COULEUR VRAIE

Nouveauté!

MAGASIN POUR PELLICULES EN BOBINES

Breveté S. G. D. G.

interchangeable avec le magasin pour plaques et se chargeant instantanément en plein jour.

• • • •

Pour les débutants le GLYPHOSCOPE

pour plaques 45 × 107 a les qualités fondamentales du **Vérascope**

Demander les Notices illustrées, envoyées franco : 25, RUE MÉLINGUE, PARIS

Exposition et vente de dispositifs vérascopiques : 7, rue Lafayette (près l'Opéra)

Ancienne Maison Ch. VERDIN, ✻, ✪, ✠

G. BOULITTE, Succ'

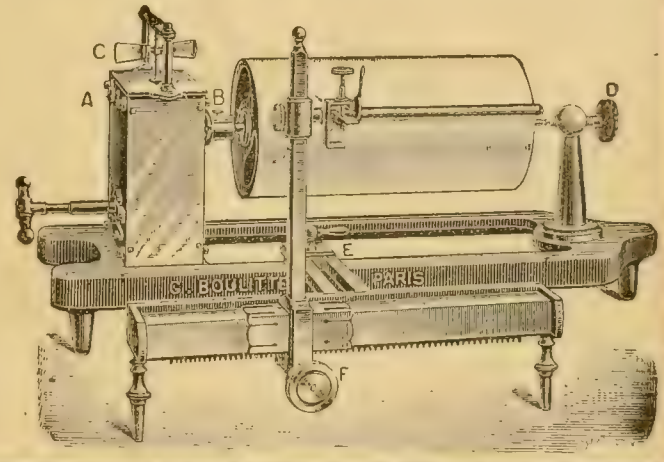
Ingénieur-Constructeur à PARIS

15 à 21, rue Bobillot, PARIS (13e)

(anciennement 7, rue Linné)

Appareils de précision pour la PHYSIOLOGIE et la MÉDECINE

ENREGISTREURS, MOTEURS ÉLECTRIQUES A VITESSE CONSTANTE, CHRONOGRAPHES, CHRONOSCOPES, SIGNAUX ÉLECTROMAGNÉTIQUES DE M. DEPREZ, ÉLECTRODIAPASONS, MANOMÈTRES, DYNAMOMÈTRES, SPHYGMOGRAPHES, ETC.



tion des indigènes réclame des savants. — Macfadyen : Observ. et proposition pour la stabilisation des changes. — du Toit : Jonctions terrestres entre les autres continents et l'Afrique du Sud dans le passé. — Petchell : L'alcool comme combustible dans les moteurs à combustion interne. — Williams : Le contrôle chim. des réservoirs pour le bain des bestiaux. — Porter : Evolution de quelques Trématodes de l'Afrique du Sud. — Fantham : Quelques Protozoaires parasites de l'Afrique du Sud. IV. — Harris : L'*Ortalia pallens* Muls. — Keigwin : Une expér. d'éducation. — Hunter : Les industries bantou.

2° Astronomie et Météorologie

The Observatory (Londres), t. XLV, n° 575 (Avril). Belopolsky : Théorie de la queue des Comètes.

3° Art de l'Ingénieur

Journal of the Royal Society of Arts (Londres), t. LXX, n° 3621 (14 avril). Appleton : Les fonctions propres des syndicats. — N° 3622 (21 avril) Falk : Certains aspects du problème de la stabilisation des changes. — N° 3623 (28 avril). Armstrong : La situation de l'indigo aux Indes.

Revue universelle des Mines, de la Métallurgie, des Travaux publics (Liége), 6e sér., t. XIII, n° 3 (1er mai). Anthoine : Les mines de Kilo-Moto, leur évolution, leur avenir. — Hubert : Les aciers et les fers chromés. — Schlag : Les turbines à vapeur modernes (*suite*). — Defize : Utilisation des combustibles pauvres et des déchets de houille.

4° Sciences physiques

The Physical Review (Lancaster et Ithaca), 2e sér., t. XIX, n° 3 (Mars). Boucher : Mesure des potentiels de résonance, de radiation et d'ionisation de plusieurs gaz et vapeurs. — Wilkins : La valence multiple dans l'ionisation par les rayons α. — Crandall et Mackenzie : Analyse de la distrib. de l'énergie dans la parole. — Compton : Sur la distribution de l'intervalle des atomes de recul. — Hall : La variation avec la température de la conductibilité therm. de la fonte.

Scientific Papers of the Bureau of Standards (Washington), n° 428 (16 janv.). Kolster et Dunmore : Le détecteur de direction en t. s. f. et son applic. à la navigation.

Zeitschrift fur Elektrochemie (Halle), t. XXVIII, n°s 5-6 (1er mars). Paneth : Méth. pour la détermin. de la surface des poudres adsorbantes. — Herz : Densité et température. III. —

GUNTHER-SCHULTZE : La séparation cristalline des métaux par électrolyse avec de fortes densités de courant. I. Plomb. — ID. : Rapport entre la vitesse maxima de séparat. électrolyt. des métaux et l'hydratation des ions métall. — ID. : Electrode dégageant du gaz tonnant. — ASKENASY et GRUDE : Act. de l'azote sur des mélanges de BaO et de C à haute température.

Bulletin de la Société chimique de France, t. XXXI-XXXII, n° 4 (Avril). SISLEY : Etat actuel de nos connaissances sur la constitution du tanin. — BERTRAND et ROSENBLATT (Mme) : Rech. sur les variations de la teneur en manganèse des feuilles avec l'âge. — CLARENS : Les catalyseurs et l'équilibre chimique. — DUMESNIL : Sur la saponification des éthers mono et diéthylique de l'ac. diéthylmalonique. — MAILHE : Nouv. préparation d'amines cycloforméniques. — MATIGNON et FRÉJACQUES : Conditions de formation et de stabilité du carbamate d'ammoniaque. — PORCHER : Sur l'iodhydrine dérivée de l'allylbenzène et ses transformations. — PRUD'HOMME : Les états correspondants : Les dérivés halogénés du benzène. — SANFOURCHE : Sur l'analyse du peroxyde d'azote liquide. — TIFFENEAU et PORCHER : Transposition semipinacolique dans la série du benzylcyclohexène ; migration du radical benzyle.

The Journal of the American chemical Society (Easton, Pa.), t. XLIV, n° 4 (Avril). HARKINS et ROBERTS : La vaporisation par étapes et ses relations avec la formation de surfaces. — STEARN : L'équilibre ionique des électrolytes forts. — RICHARDS et DUNHAM : L'effet du changement de la concentr. en ions H sur le potentiel de l'électrode de Zn — RICHARDS et ROWE : Les chaleurs de neutralis. des hydrates de K, Na et Li par HCl, HBr, HI et HNO^3 à diverses dilutions. — KEYES, GILLESPIE et MITSUKURI : Un calorimètre à flux continu, et la détermin. de la chaleur de neutralis. d'une solution d'HCl par une de NaOH. KENDALL : L'anomalie des électrolytes forts et la théorie d'ionisation de Glosh. — LAMB, SCALIONE et EDGAR : La combustion catalyt. préférentielle de CO dans l'H. — LUECK : La décompos. therm. du pentoxyde d'azote en sol. — PEASE : Les dimensions des atomes dans les cristaux. — DICKINSON : Les structures cristall. des cyanures complexes de K avec Zn, Cd et Hg. — RAIZISS et PAOSKOURIAKOFF : Comp. organiques nitrés contenant Hg. — KHARASH, LOMMEN et JACOBSON : Etude des nitro-anilines. — QUICK et ADAMS : Les ac. arsoniques et arsiniques aliphat. et les ac. arsiniques aliphat.-aromat. — PUCHER et JOHNSON : L'utilisation du γ-diéthoxyacétoacétate d'éthyle pour la synthèse des dér. de la glyoxaline. — BOGERT et ABRAHAMSON : Rech. sur les thiazols. I. Dér. du 2-phénylbenzothiazol. Synthèse d'un analogue du cinchophène (atophane). — OBERDOERFER et NIEWLAND : Comp. de l'acétylène avec le phosphate et l'arséniate d'Ag. — KOHLER : Act. du Br sur certains éthers δ-cétoniques. — CHRISTIANSEN : La teneur en S de l'arsphénamine et ses relations avec le mode de synthèse et la toxicité. I-II. — CAKE : L'hydrogénation catalyt. du *d*-glucose. — RENSHAW et NAYLOR : Colorants contenant le noyau furanique. — ENGLISH et TSANG : La clarification des sol. contenant des sucres réducteurs par l'acétate de plomb basique. — DAVIS : Act. de l'ac. sulfurique sur la nitro-guanidine.

Chimie et Industrie, t. VII, n° 4 (Avril). GRANDMOUGIN : La chimie de l'anthraquinone. — TOUPLAIN : Sur les procédés d'analyse des eaux. — BARY : L'osmose électrique. — COFFIGNIER : Fabrication et propriétés du blanc de titane. — DRIN : L'emploi du basalte dans l'industrie chimique. — PONTIO : La différence du chanvre d'avec les pseudo-chanvres dans les tissus, cordages, etc. — MATHIEU : La filtration des vins. — GROOTHOFF : Les écorces de quinquina des Indes néerlandaises et leur emploi.

5° Sciences naturelles

Comptes rendus de la Société de Biologie, t. LXXXVI, n° 15 (29 avril). ARGAUD et DUBOUCHER : Sur les vasa-vasorum du cordon ombilical des Ruminants. — BELEHRADEK : L'influence des produits cataboliques du muscle sur les processus anaboliques. — FICHET : Sur l'emploi des sérums humains négatifs de renfort, dans la réaction de Hecht. — FOURCADE, JALOUSTRE et LEMAY : Sur les propriétés spirillicides de l'oxyde hydraté de bismuth. — GÉNIEYS : Observ. biolog. sur les Habrobracons. — LÉGER : Microfilaire sanguicole nouvelle du *Cercopithecus buttikoferi*. — ID. : *Plasmodium* d'un singe de la Guinée française, *Cercopithecus campbelli* Wath. — MAGITOT : La tension oculaire après ponction de la chambre antérieure. — MIGOT : Sur le mode de fixation des Lucernaires à leur support. — PANISSET et VERGE : Action de l'hyposulfite de soude sur le développement des microbes. — ID. et ID. : De l'action du novarséno-benzol chez le chien. — PETTIT : A propos de la nature infectieuse de la sclérose en plaques. — RAMON : A propos du titrage *in vitro* du sérum antidiphtérique par la floculation. — REGAUD : Le rythme alternant de la multiplication cellulaire et la radiosensibilité du testicule. — ROUZAUD et SÉRÉGÉ : De l'action comparée des sources chaudes de Vichy sur la viscosité sanguine, la pression artérielle, l'uricémie et la cholestérinémie. — SALMON et BAIX : Vaccine variolique dans le cancer. — SAZERAC et LEVADITI : Action du bismuth, en tant que corps simple, sur la syphilis. — TOURNADE et CHABROL : Influence de la décapsulation totale, puis de la transfusion de sang veineux surrénal, sur la pression artérielle. — ID. et ID. : Reviviscence d'un chien décapsulé par transfusion de sang veineux surrénal. — VIGNES et CORNIL : Insuffisance thyroïdienne et stérilité. — VIOLLE : Les colloïdes thérapeutiques et l'anaphylaxie. — WEINBERG et AZNAR : Autobactériolysines et le phénomène de d'Hérelle. — WOLLMAN et VAGLIANO : Sur le rôle des microorganismes dans la production des vitamines. — MAIGE : Infl. de la concentr. des solutions organiques sur la formation de l'amidon dans les cellules végétales. — POLONOVSKI : Microdosage des substances réductrices ; indice chromique. — AMBARD et SCHMID : Du mécanisme de la neutralisation des acides sécrétés par les reins. — ARON : Phénomènes d'évolution pseudo-leucopoïétique et d'involution dans le pancréas embryonnaire. — BECKERICH et HAUDUROY : Au sujet de l'obtention du bactériophage par antagonisme microbien. — BELLOCQ : Sur le processus de redressement du vestibule au cours de la croissance chez l'homme. COURRIER : Contribution à l'histophysiologie du corps thyroïde. — ID. et REISS : Appareil réticulé de Golgi et polarité sécrétoire des cellules parathyroïdiennes. — HAUSKNECHT : Recherches sur l'antagonisme entre les sels de sodium et de potassium dans les phénomènes d'hydratation. — LÉVY : Sur la teneur en chlore du sang et des liquides interstitiels après administration de KCl et de $CaCl^2$. — ID. : Sur l'influence du $CaCl^2$ et du NaCl sur la concentration du sang. — ROHMER : Les troubles du métabolisme minéral dans la pathogénie des convulsions infantiles. — CONDREA : Contrib. à l'étude de la vaccine cérébrale. — ID. : Sur l'inoculation de pulpe vaccinale dans le testicule du lapin. — DANIÉLOPOLU et CARNIOL : Nouveaux faits démontrant l'action de l'ésérine sur le sympathique. — GORESCU : Nouveau procédé d'enrichissement des bacilles tuberculeux, dans les crachats. — JONESCO-MIHAESTI et POPESCO : L'influence de la concentration en ions H sur le développement et la production de toxines par le bacille de Sigha. — NOICA : L'agraphie chez l'aphasique moteur. — VEBER : Le tartrobismuthate de potassium et de sodium dans le traitement de la syphilis. — VLADESCO : Sur la détermination de la solubilité des corps.

Boletin de la Real Sociedad española de Historia natural (Madrid), t. XXII, nos 1-2 (Janv.-Févr.). GARCIA MERCET : Les genres *Tetracnemus* et *Charitopus*. — VIDAL Y LOPEZ : Matériaux pour la flore marocaine. II. — CABALLERO : Nouv. données sur l'act. des *Chara* sur les larves de moustiques. — DE LA ESCALERA : Espèces ibériques du genre *Asida*. — GÉRONIMO BARROSO : Sur les Bryozoaires marins espagnols. X. — CABRERA : Une excursion de 2 mois au Yebala. — BOLIVAR Y PIELTAIN : Descript. d'un *Laemostenus* nouv. du Maroc. — JIMENEZ ASUA : Cellules cyanophiles et cellules granuleuses (Plasmazellen et Mastzellen). I. — GARCIA MERCET : Sur l'*Icerya purchasi* en Espagne. — **Memorias**, t. XI, n° 6 (20 juin 1921). P. DEL RIO-HORTEGA : Le 3e élément des centres nerveux. Histogenèse et évolution normale ; exode et distribution régionale de la microglie.

Bulletin mensuel des renseignements agricoles et des maladies des plantes de l'Institut international d'Agriculture (Rome), t. XIII, n° 3 (Mars). ERIKSSON : La théorie du mycoplasma. Sa portée scientif. et sa perspective pratique.

Bulletin de la Station biologique d'Arcachon, XVIII, fasc. II. L. BOUTAN : Etude sur les perles fines et, en particulier, sur les nouvelles perles complètes de culture japonaise.

Bulletin de la Société centrale d'Aquiculture et de Pêche, t. XVIII, n° 7-12 (Juillet-Décembre 1921). J. PELLEGRIN : Les Poissons de l'Afrique du Nord au point de vue économique. — HENRI BRUYÈRE : Une pêche de Carpes en Roumanie. — MC INTOSH : Note sur la relation supposée entre les variations bionomiques et l'apparition de *Lamna* (*Isurus*) *cornubica* Cuvier.

6° Sciences médicales

Bulletin de l'Académie de Médecine, 3e sér., t. LXXXVII, n° 16 (18 avril). HEITZ : Hypertension et fibrômes utérins. — DUCAMP, CARRIEN et GUEIT : A propos d'un cas de Spirochétose ictéro-hémorragique. — SOLLIER : Rech. sur la viscosité sanguine dans l'intoxication morphinique. — N° 17 (25 avril). LE ROY DES BARRES : Léger rétrécissement du bassin ; déchirure du vagin, du col et du segment infér. de l'utérus à la suite de manœuvres exercées par une matrone. Infection. Extraction d'un enfant mort et putréfié par les voies naturelles. Hystérectomie abdominale. — BERNOU : L'oléothorax thérapeutique.

Bulletin de l'Institut Pasteur, XX, n° 8 (30 avril), ABT : Le titre antitoxique et la valeur thérapeutique des sérums antidiphtériques.

Bulletin mensuel de l'Office international d'Hygiène publique, t. XIV, n° 3 (Mars). J. SOUTO BEAVIS : L'acide cyanhydrique dans ses applic. sanitaires. — La lutte contre les maladies infectieuses, l'assistance des mères et des enfants et l'organisation des visiteuses d'hygiène en Angleterre et dans le pays de Galles au 31 mars 1921.

The Journal of industrial Hygiene (Boston), t. III, n° 12 (Avril). MC CORD et MINSLER : Service médical industriel adapté à une petite usine. — BOLDUC : Fractures métatarsophalangiennes. — HASTINGS : L'établissement d'une clinique dentaire. — SHARPE : Le danger de saturnisme dans l'emploi des machines à projection pour la peinture.

7° Géographie et Colonisation

The Scottish Geographical Magazine (Edimbourg), t. XXXVIII, n° 2 (15 avril). COLLET : Les lacs alpins. — MESTON : Géographie et progrès aux Indes. — BROWN : Le développement minier du Spitzberg.

La Géographie, t. XXXVII, n° 3 (Mars). GORÉ : Dans le Tibet indépendant. — BERNARD : Les gravures rupestres de l'Afrique du Nord. — MAIN : Les ports du Maroc français.

LIVRES REÇUS

Tous les livres reçus par la Revue *sont signalés sous cette rubrique avec une brève indication de leur contenu, sans préjudice de l'analyse critique dont ils pourront être ultérieurement l'objet dans la partie bibliographique de la* Revue.

1° Sciences mathématiques

GOURSAT (Ed.) : *Leçons sur le problème de Pfaff.* 1 vol. in-8° de VIII-388 p. (Prix : 30 fr.). Librairie scientifique J. Hermann, Paris, 1922.

Les deux premiers chapitres sont consacrés au problème de Pfaff, les trois suivants aux propriétés des formes symboliques de différentielles et à leurs applications, les trois derniers aux progrès les plus récents relatifs aux systèmes de Pfaff.

Notice sur les travaux scientifiques de M. Michel Petrovitch (1894-1921). 1 vol. in-8° de IX-152 p. Gauthier-Villars et Cie, Paris, 1922.

Résumé des travaux de l'éminent mathématicien serbe, divisé en 6 parties : Algèbre, Intégrales définies, Théorie des fonctions générales; Equations différentielles, Phénoménologie, Recherches diverses.

2° Art de l'Ingénieur

BROWNLIE (D.) : *Boiler Plant Testing.* 1 vol. in-8° de XI-168 p. avec 21 fig. (Prix cart. : 10 sh. 6 d.). Chapman and Hall, Londres, 1922.

L'auteur critique les règlements actuellement en usage dans les divers pays pour l'essai des chaudières à vapeur et propose l'adoption d'un code international perfectionné.

RANC (Alb.) : *Les Ingénieurs et la Guerre. La mobilisation technique et scientifique.* Préface de J. L. BRETON. 1 vol. in-8° de X-166 p. (Prix : 6 fr.). E. Chiron, 40, rue de Seine, Paris, 1922.

L'auteur rappelle les travaux des ingénieurs pendant la dernière guerre et montre la nécessité d'organiser des mobilisations professionnelles basées sur l'utilité pour la défense nationale de la profession des mobilisés.

3° Sciences physiques

BECQUEREL (Jean) : *Exposé élémentaire de la Théorie d'Einstein.* 1 vol. petit in-16 de 205 p. avec 17 fig. de la *Collection Payot* (Prix cart. : 4 fr.). Payot et Cie, Paris, 1922.

L'auteur expose les grands traits de la nouvelle théorie pour un lecteur possédant des notions élémentaires de Géométrie et d'Algèbre. Il fait suivre cet exposé d'un appendice donnant une sorte de précis mathématique de la théorie.

DU PASQUIER (L. G.) : *Le Principe de la relativité et les théories d'Einstein.* 1 vol. in-16 de XVI-511 p. avec 37 fig. (Prix : 20 fr.). G. Doin, Paris, 1922.

L'auteur commence par la théorie de la relativité restreinte, qu'il expose en un langage aussi clair et simple que possible, en graduant les difficultés. Puis il passe à la relativité générale, qu'il traite dans le même esprit, mais avec l'appareil mathématique nécessaire, y compris le calcul tensoriel.

DUBROCA (M.) : *L'erreur de M. Einstein. L'inacceptable théorie. L'éther et le principe de relativité.* 1 broch. in-8° de 48 p. (Prix : 4 fr.). Gauthier-Villars et Cie, Paris, 1922.

L'auteur critique la théorie d'Einstein, dans laquelle il ne voit qu'un édifice algébrique, en dehors de la Physique.

DROSNE (P.) : *Le beau, le mauvais temps et la relativité.* 1 broch. in-18 de 68 p. avec fig. (Prix : 3 fr. 50). G. Doin, Paris, 1922.

L'auteur esquisse le rôle que sont appelées à jouer les notions relativistes dans la synthèse météorologique.

OLLIVIER (H.) : *Cours de Physique générale.* Tome II : *Thermodynamique et étude de l'énergie rayonnante.* 2e édition, entièrement refondue. 1 vol. in-8° de 415 p. avec 146 fig. et 4 pl. (Prix : 28 fr.). Librairie scientifique J. Hermann, Paris, 1922.

La première partie traite des deux principes de la Thermodynamique et de leurs applications, la seconde de l'émission et de l'absorption des radiations, de leurs modifications dans un champ électrique ou magnétique et des radiations émises par le Soleil et les autres astres.

GLAZEBROOK (Sir R.) : *A dictionary of applied Physics.* Vol. I : *Mechanics, Engineering, Heat.* 1 vol. in-8° de IX-1067 p. avec fig. (Prix cart. : 63 sh.). Macmillan and Co., St Martin's Street, Londres 1922.

Le but de ce Dictionnaire est de fournir les informations les plus récentes et les plus exactes sur tous les sujets qui concernent la Physique appliquée : lois, méthodes, instruments, mesures, etc. Le 1er volume est consacré à la Mécanique, à l'Art de l'Ingénieur et à la Chaleur.

DESCH (C. H.) : *Metallography.* 3e édition. 1 vol. in-8° de XI-440 p. avec 105 fig. et 14 pl. de la collection : *Text-books of Physical Chemistry* (Prix cart. : 16 sh.). Longmans, Green and Co, Londres, 1922.

Ce précis très clair et très complet de Métallographie est l'un des meilleurs volumes de la série d'ouvrages physico-chimiques publiés sous la direction de Sir W. Ramsay, et le succès des précédentes éditions en a consacré la valeur.

IBBOTSON (F.) et **AITCHISON** (L.) : *The analysis of non-ferrous alloys.* 2e édition. 1 vol. in-8° de IX-246 p. avec 20 fig. (Prix : 12 sh. 6 d.). Longmans, Green and Co, Londres, 1922.

Exposé des meilleures méthodes analytiques, dont beaucoup sont très récentes, pour la détermination de la composition des alliages autres que ceux du fer.

MAURETTE (F.) : *Les grands marchés des matières premières.* 1 vol. in-16 de 198 p. avec 18 cartes et 3 graphiques, de la *Collection Armand Colin* (Prix : broché, 5 fr. ; relié, 6 fr.). Librairie Armand Colin, Paris, 1922.

L'auteur étudie les grands marchés de vente et d'achat des matières premières : houille, pétrole, coton, laine, soie, fer, caoutchouc, blé.

CAVALLIER (Cam.) : *Notes économiques d'un métallurgiste.* 1 vol. in-8° de IX-153 p. (Prix : 3 fr. 50). Gauthier-Villars et Cie, Paris, 1922.

Série de notes sur les questions économiques intéressant l'industrie française et spécialement l'industrie métallurgique.

DURVELLE (J. P.) : *Nouveau formulaire des parfums et des cosmétiques. Parfums naturels et parfums synthétiques.* 1 vol. in-8° de XIII-597 p. avec fig. (Prix : 35 fr.). Desforges, 29, quai des Grands-Augustins, Paris, 1922.

Cet ouvrage comprend deux parties : la première consacrée à l'étude des matières premières, la seconde à celle de la confection des produits.

4° Sciences naturelles

THOULET (J.) : *L'Océanographie.* 1 vol. in-8° de X-288 p. de la collection *Science et Civilisation* (Prix : 9 fr.). Gauthier-Villars et Cie, Paris, 1922.

L'auteur, qui est le créateur de l'Océanographie en France, donne dans cet ouvrage un exposé de tous les problèmes se rattachant à cette science, en même temps que des méthodes expérimentales qui peuvent aider à les résoudre.

ELLES (Gertrude L.) : *The study of geological maps.* 1 vol. gr. in-8° de VIII-74 p. avec 64 fig., 7 pl. et 1 carte, des *Cambridge Geological Series* (Prix cart. : 12 sh.). Cambridge University Press, 1921.

L'auteur a résumé ici les expériences de plusieurs années d'enseignement et de travaux pratiques sur la lecture des cartes géologiques.

NICOLLE (M.) et **MAGROU** (J.) : *Les maladies parasitaires des plantes. Infestation. Infection.* 1 vol. in-12 de 200 p. (Prix : 8 fr.). Masson et Cie, Paris, 1922.

Les auteurs ont classé les affections des plantes suivant la nature des parasites qui les engendrent et ont donné une interprétation du mécanisme de chaque affection et de chaque groupe.

CHAMPY (Chr.) : *Etude expérimentale sur les différences sexuelles chez les Tritons* (Triton alpestris *Laur*). 1 vol. in-8° de 180 p. avec 82 fig. et 4 pl. dont 1 en couleur (Prix : 25 fr.). Fascicule VIII des *Archives de Morphologie générale et expérimentale.* G. Doin, Paris, 1922.

L'auteur montre qu'il y a chez les Tritons plusieurs groupes de caractères sexuels de déterminisme différent.

FORSTER (André) : *La voûte tarsienne transversale. Sa formation et son mécanisme.* 1 vol. in-8° de 190 p. avec 38 fig. (Prix : 20 fr.). Fascicule VIII des *Archives de Morphologie générale et expérimentale* G. Doin, Paris, 1922.

L'auteur établit toutes les phases de développement de la voûte tarsienne transversale, et montre que sa configuration est fonction du degré de sustentation du poids du corps.

STEWART (F. W.) : *Contribution à l'étude des processus de sécrétion dans l'hypophyse.* 1 broch. in-8° de 50 p. avec 1 pl. en couleurs (Prix : 6 fr.). Fascicule VII des *Archives de Morphologie expérimentale et générale.* G. Doin, Paris, 1922.

L'auteur fixe le cycle de sécrétion de la cellule hypophysaire des Mammifères et précise les conditions de son fonctionnement.

5° Sciences médicales

BAINBRIDGE (W. S.) : *Le problème du cancer.* Traduit de l'anglais par le Dr HERTOGHE. 1 vol. gr. in-8° de XXIV-484 p. avec 14 fig. et 38 pl. (Prix cart. : 36 fr.). Editeurs : A. Uystpruyst, Louvain ; G. Doin, Paris, 1922.

L'auteur étudie d'une façon complète cette vaste question : historique, répartition générale du cancer, statistique, étiologie, histopathologie, étude expérimentale, marche clinique, prophylaxie, traitement chirurgical et non chirurgical, etc.

6° Sciences diverses

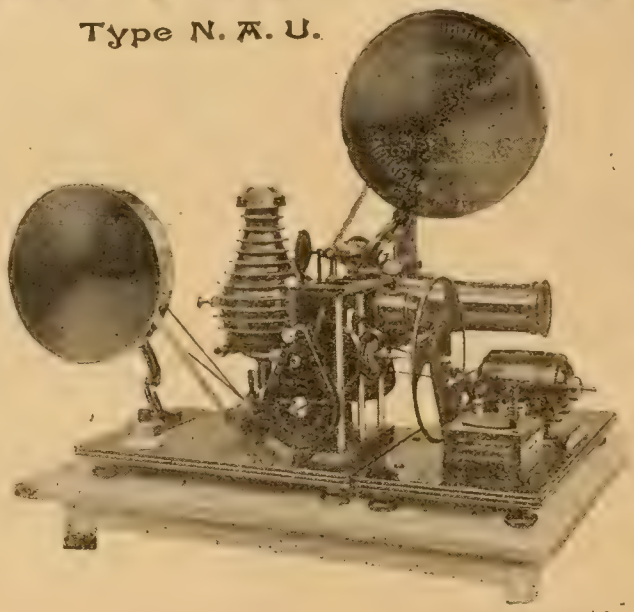
DORESSE (Mme L.) : *Leçons de Sciences appliquées à l'hygiène et à l'économie domestique.* 1 vol. in-16 de 560 p. avec 337 fig. de la *Bibliothèque d'Enseignement technique et professionnel* (Prix cart. : 17 fr.). G. Doin, Paris, 1922.

L'auteur a rassemblé ici les notions de sciences qui permettent de comprendre, de discuter, d'améliorer au besoin les méthodes que l'on applique tous les jours à l'exécution des travaux de ménage.

Appareil Pathé-Enseignement

Type N. A. U.

Adopté par le Ministère de l'Instruction publique, les Universités, les Facultés, les Grandes Ecoles.



Admis, sans cabine, dans les séances publiques par la Préfecture de Police

Construit par les Etablissements CONTINSOUZA

SIMPLE — ROBUSTE — STABLE — LE PLUS LUMINEUX

Permettant l'arrêt sur les images du film

Le meilleur appareil pour les conférences et l'enseignement

Service de l'Enseignement — Pathé Consortium Cinéma

67, Rue du Faubourg-Saint-Martin, PARIS (10e)

PRÉPARATIONS COLLOÏDALES

(Métaux Colloïdaux électriques à petits grains.
Colloïdes électriques et chimiques de métalloïdes ou de dérivés métalliques)

Electrargol	(Argent)	**Electroplatinol** . . .	(Platine)
Electromartiol. . . .	(Fer)	**Electrorhodiol** . . .	(Rhodium)
Electraurol	(Or)	**Electriridiol**.	(Iridium)
Electr-Hg	(Mercure)	**Electropalladiol** . .	(Palladium)
Electrocuprol . . .	(Oxyde de cuivre)	**Thiarsol**.	(Sulfure d'arsenic)
Electrosélénium. . .	(Sélénium)	**Collothiol**	(Soufre)

Obtenues par la méthode chimique ou par la méthode physique (électrique), les solutions colloïdales sont constituées par la suspension en milieu liquide d'une infinité de grains ultramicroscopiques, animés du mouvement brownien et présentant une charge électrique de signe défini. Grâce à la grande surface de ces grains, les colloïdes présentent un énergique pouvoir catalytique et fermentaire.

Les colloïdes possèdent d'importantes propriétés biologiques, bien étudiées depuis que l'on sait le rôle des colloïdes naturels dans la physiologie normale. Injectés à l'homme ou aux animaux, ils augmentent les oxydations et les échanges nutritifs, ils stimulent la défense contre les toxines et les fonctions d'élimination, ils provoquent un mouvement leucocytaire très marqué.

Les colloïdes sont d'un usage thérapeutique courant : les métaux (type : Electrargol) sont des médicaments antiinfectieux de premier ordre (toutes maladies infectieuses) ; on emploie certains colloïdes comme spécifiques (Electr-Hg — Electrosélénium — Electrocuprol — Electromartiol — Collothiol)

Les Laboratoires Clin préparent tous les colloïdes qu'il est possible d'obtenir dans l'état actuel de la science.

Pour l'expérimentation thérapeutique ou les usages de laboratoire, les Laboratoires Clin délivrent des préparations colloïdales pures, à constantes physiques définies.

Laboratoires CLIN, 20, rue des Fossés-Saint-Jacques, **PARIS**

Touristes!!! dans vos excursions emportez le VÉRASCOPE RICHARD

BREVETÉ S. G. D. G.

Quel que soit le temps, vous ferez d'admirables photographies

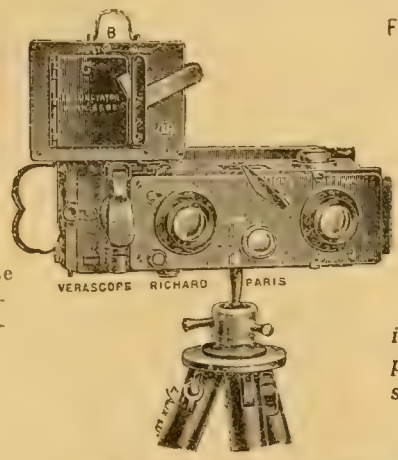
10, RUE HALÉVY (Opéra)

Le Vérascope est

ROBUSTE
PRÉCIS
PARFAIT
ÉLÉGANT

Les explorateurs, les coloniaux, le missionnaires, les alpinistes, les touristes, les amateurs proclament hautement que le Vérascope est la

Merveille photographique



FORME CORRECTE
GRANDEUR EXACTE
PERSPECTIVE JUSTE
COULEUR VRAIE

Nouveauté!

MAGASIN POUR PELLICULES EN BOBINES

Breveté S. G. D. G.

interchangeable avec le magasin pour plaques et se chargeant instantanément en plein jour.

Pour les débutants le **GLYPHOSCOPE**

pour plaques 45 × 107 a les qualités fondamentales du **Vérascope**

Demander les Notices illustrées, envoyées franco : 25, RUE MÉLINGUE, PARIS

Exposition et vente de dispositifs vérascopiques : 7, rue Lafayette (près l'Opéra)

Ancienne Maison Ch. VERDIN, ✻, O, ✠

G. BOULITTE, Succ^r

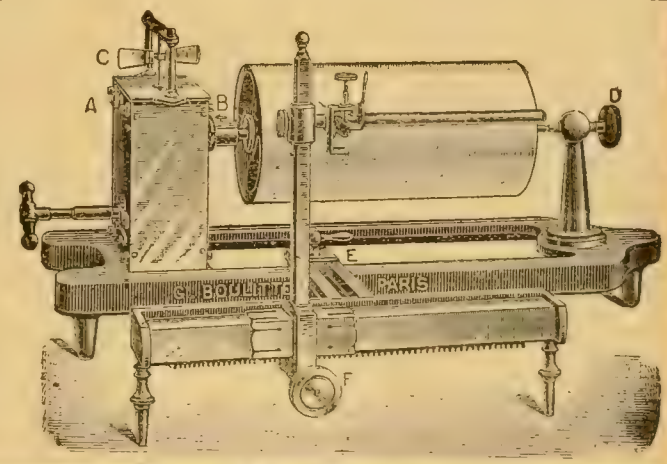
Ingénieur-Constructeur à PARIS

15 à 21, rue Bobillot, PARIS (13e)

(anciennement 7, rue Linné)

Appareils de précision pour la PHYSIOLOGIE et la MÉDECINE

ENREGISTREURS, MOTEURS ÉLECTRIQUES A VITESSE CONSTANTE, CHRONOGRAPHES, CHRONOSCOPES, SIGNAUX ÉLECTROMAGNÉTIQUES DE M. DEPREZ, ÉLECTRODIAPASONS, MANOMÈTRES, DYNAMOMÈTRES, SPHYGMOGRAPHES, ETC.



SOMMAIRES DES JOURNAUX SCIENTIFIQUES

1° Périodiques généraux

Proceedings of the Royal Society of Edinburgh (Edimbourg), t. XLII, part I (Mai). Whittaker : Sur les tubes de force électromagnét. — Raman : Sur le phénom. du « spectre radiant » observé par Brewster. — Briggs : La préhensilité, un facteur de l'adsorption gazeuse. — Id. : Résultats obt. à la Station d'Essais physiques d'Edimbourg. — Ince : Sur la connexion entre les systèmes différentiels linéaires et les équations intégrales. — Brolemann : Myriapodes recueillis en Mésopotamie et au N. W. de la Perse par Evans. — Houstoun : Nouv. méth. pour étudier la cécité colorée; descript. de 23 cas. — Mac Robert : L'expansion asymptotique de la fonction hypergéométr. confluente, et une expansion de Fourier-Bessel. — Sir Ewing : Sur des modèles d'induction ferromagnét.

The Philippine Journal of Science (Manille), t. XIX, n° 6 (Déc.), Lantin : Diverses méth. d'application du sérum dans la dysenterie bacillaire. — Perkins : Addition non symétr. à la double liaison. I. Théorie du mécanisme de réaction de l'union directe. — Groves : Charophytes de l'Annam et de Guam. — Rohwer : Des guêpes philippines de la sous-famille des *Sphecinae*. — Merrill : Deux nouv. espèces de plantes d'Hainan. — Cole : La dissoc. de l'hexaphényléthane du point de vue de la théorie octétique de la valence. — Mc Gregor : Oiseaux philippins nouv. ou intéressants: IV. — Becker : Les Violacées des Philippines. — Okamoto : Caractères sexuels secondaires chez la loche *Misgurnus anguillicaudatus* Cantor. — Perkins : La structure du bioxyde de chlore et des composés voisins. — Welles : La tache de caféier due au *Cercospora*. — Id. : La tache de la feuille d'*Averrhoa carambola* due au *Cercospora*.

2° Mathématiques

Revista matematica hispano-americana (Madrid), t. IV, n° 5 (Mai). Puig Adam : Sur quelques propriétés des droites harmoniques.

Giornale di Matematica finanziaria (Turin), t. IV, n° 1 (Mars).

INSOLERA : Considér. génér. sur la théorie de l'amortissement. — BONFERRONI : Sur l'interpolation dans les tables financières. MINETOLA : La mesure des grandeurs et le problème des preuves répétées dans le Calcul des probabilités.

Bulletin of the American Mathematical Society (Lancaster et New-York), t. XXVIII, n°s 1-2 (Janv.-Févr.). HURWITZ : Rapport sur la théorie des séries divergentes. — JACKSON : Sur un problème d'expansion irrégulière. — FORD : Le problème de l'aire minimum de Kakeya. — HILDEBRANDT : La convergence des suites d'opérations linéaires,

American Journal of Mathematics (Baltimore), t. XLIII, n° 3 (Juillet 1921). DANIELL : Produits intégraux et probabilité. — POST : Introd. à une théorie générale des propositions élémentaires. — BERRY : Sur les équations modulaires elliptiques de Schlafli. — HAZLETT : Les formes associées dans la théorie générale des covariants modulaires. — HOLLCROFT : Sur les involutions complexes (2, 3).

Annals of Mathematics, t. XXII, n° 4 (Juin 1921). HAYASHI : Une solution analyt. du problème de Biot. — WHITTEMORE : Surfaces minima contenant des lignes droites. — VAN VLECK : Extension du lemme de Green au cas d'une limite rectifiable. — HAMMOND : Réseaux conjugués périodiques. — WALSH : — Sur la transform. de séries de points convexes.

3° Astronomie et Météorologie

The Observatory (Londres), t. XLV, n° 577 (Mai). CROMMELIN : La distance des amas globulaires.

Monthly Weather Review (Washington), t. L, n° 2 (Févr.). LARSEN et DELAVAN : Climat et incendies de forêts dans le Montana et le nord de l'Idaho. — HAASIS : Spirale de poussière près de Flagstaff. — JAMES : La classific. des climats de Koppen. — WOOLARD : La prédiction du temps par des procédés numériques. — SVERDRUP : La météorologie et l'expéd. arctique actuelle d'Amundsen. — HENRY, LOCKWOOD et SEELY : La grande tempête de glace du 21-23 février 1922. — SAMUELS : Corrélation entre les vitesses du vent à la surface et en plein air.

4° Art de l'Ingénieur

Bulletin de la Société d'Encouragement pour l'Industrie nationale, t. CXXXIV, n° 4 (Avril). LYON : La balistique extérieure du tir aérien. Applic. industr. — GARNIER : Détermin. des coordonnées des points d'éclatement de projectiles. — ID. : Mesure des durées de trajet dans les tirs de polygone.

Journal of the Royal Society of Arts (Londres), t. LXX, n° 3624 (5 mai). LAURIE : Les expér. de Hunt sur la permanence des couleurs à l'huile des artistes. — N° 3625 (12 mai). Sir OLIVER : L'alcool dans ses rapports avec l'hygiène et le rendement industriel. — N° 3626 (19 mai). Sir ROBINSON : La Nouvelle-Zélande.

5° Sciences physiques

Le Journal de Physique et le Radium, 6e sér., t. III, n° 4 (Avril). PEROT : Mesure de la pression de l'atmosphère solaire dans la couche du magnésium et vérification du principe de relativité d'Einstein. — BLOCH : La structure des atomes, d'après les travaux récents de Bohr. — LACHS : L'image ultramicroscopique du charbon colloïdal. — Mlle COLLET : Couches minces de mélanges binaires (glycérides). — Sir RUTHERFORD : La désintégration artific. des éléments.

The Physical Review (Lancaster et Ithaca), 2e sér., t. XIX, n° 4 (Avril). SMITH : L'effet de la tension sur la variation des forces thermoélectromotrices par magnétisation. — NICHOLS et HOWES : La luminescence des solides incandescents. — WECKS : La constante diélectr. du mica. — BAKER : Une nouv. construction gyroscopique en vecteurs simples. — HULBURT : La trajectoire d'un électron rigide qui se meut dans un champ magnét. de force constante tournant avec une vitesse angulaire constante. — WENTE : Le thermophone. — HUGGINS : Rayons atomiques. I. — ID. : Les structures cristall. de l'aragonite et des minéraux associés. — ID. : La structure cristall. du quartz. — ID. : Les structures cristall. de la marcassite (FeS^2), de l'arsénopyrite ($FeAsS$) et de la loellingite ($FeAs^2$).

Anales de la Sociedad española de Fisica y Quimica (Madrid), t. XX, n° 190 (Fév.). MOLES et GONZALEZ : Revision de la densité de l'oxygène. — PUYAL : Migration de la double liaison. — GIRAL PEREIRA : Nouv. nitrates organ. insol. — CABRERA : Les propriétés magnét et la structure de l'atome.

Zeitschrift fur Elektrochemie (Halle), t. XXVIII, n°s 7-8 (1er avril). FRICKE : Sur les hydrates de molécules et d'ions. — SAUERWALD : Appar. pour le chauffage direct par résistance à très haute température avec dispositif pour la product. simultanée d'une pression mécanique. — ID. : Sur la façon dont se comporte le carbonne à haute température. — JIRSA : Infl. de l'ac. tellurique sur le potentiel d'une anode d'Ag.

Recueil des travaux chimiques des Pays-Bas, t. XLI, n° 5 (15 mai). VERKADE, COOPS et HARTMANN : Recherches calorimétriques. L'étalonnage d'un système calorimétr. ; comparaison des chaleurs de combustion des substances servant à l'étalonnage : l'acide benzoïque et la naphtaline. — TROMP : Caractères spécifiques de décompositions hydrolytiques. — OLIVIER : L'infl. de quelques substituants dans le noyau benzénique sur la mobilité du chlore de la chaîne latérale, dans ses rapports avec le problème de la substitution dans le noyau benzénique. — DERX : Contrib. à la connaissance de la configuration des systèmes annulaires dans l'espace. — KOLTHOFF : Titrages potentiométriques du ferrocyanure de potassium et titrages potentiométriques au moyen de ferrocyanure. Le titrage de ferrocyanure de potassium au moyen de permanganate de potassium.

6° Sciences naturelles

Comptes rendus de la Société de Biologie, t. LXXXVI, n° 16 (6 mai). BAILAY et BREMER : Recherches expérimentales sur le diabète insipide et le syndrome adiposogénital. — BATTELLI : et STERN : La contracture par électricité. — CHAUCHARD (M. et Mme A.) : Mesure de l'excitabilité du pneumogastrique. Nerf d'arrêt du cœur. — CHAUFFARD, BRODIN et GRIGAUT : L'hypo-uricémie. — FOURNIER et GUÉNOT : Action thérapeutique du bismuth, en tant que corps simple, dans la syphilis humaine. — GHOSH : *Bacillus reptans*. — JANGOU : Vaccination de l'homme par la neurovaccine. — KÉPINOW et LANZENBERG : Glande thyroïde et anaphylaxie. — LESCŒUR : Absorption des gaz en circuit fermé. Présentation d'un appareil. — LEVADITI et NICOLAU : Sur la culture du virus vaccinal dans les néoplasmes épithéliaux. — LOEPER et BINET : Action comparée de quelques purgatifs sur la cholestérinémie. — PICADO : Atrophie des fleurs consécutive à l'injection de pollen homologue. — PIÉRON : Des lois du déséquilibre chromatique initial et de la prépondérance ds la diffusion chromatique dans l'excitation lumineuse de la rétine. — DESPEIGNES : Diagnostic rapide de la tuberculose des voies urinaires sans inoculation au cobaye. — GATÉ, LEBEUF et PAPACOSTA : Fréquence relative dans les angines de l'association « Bacille de Loffler-Pneumobacille ». — MAIGNON : Effets cliniques des diastases tissulaires de muscles lisses. — MOREL et ROCHAIX : Action microbicide par contact de quelques essences végétales à l'état liquide. — ROCHAIX et BANSILLON : Milieu de Pétrof et diagnostic bactériologique rapide de la tuberculose des voies urinaires. — GREYX et VINCENT : Fréquence comparative et déterminisme du signe du sou de Pitres, dans divers épanchements de la plèvre. — DAMADE : Méthode pour l'examen chimique du liquide duodénal retiré par tubage. — DUPERIÉ et OBRENOVITCH : La résistance globulaire dans le paludisme secondaire. — PACHON et PETITEAU : Sur la généralité des ondulations secondaires des myogrammes de gonflement. — BESSEMANS : Sur une cause d'erreur inhérente aux réactions de déviation du complément. — ID. et VAN BOECKEL : Une modification expérimentale du pouvoir formolgélifiant des sérums. — BREMER : Contribution à l'étude de la physiologie du cervelet. La fonction inhibitrice du palaeo-cerebellum. — DAUTREBANDE et SAHL : Les échanges de gaz entre le sang artériel et le pneumothorax artificiel. — ID. et ID. : Une méthode simple pour le prélèvement des gaz du pneumothorax artificiel. — DUSTIN et CHAPEAUVILLE (Mlle J.) : Etude de l'onde cinétique déclenchée chez la souris par l'injection intrapéritonéale de sérine, de CO^2 globuline et de sérine + globuline. — FREDERICQ et MÉLON : Les dérivés xanthiques, poisons paralysants du sympathique. — GOVAERTS : Influence des opsonines et de l'agglutination plasmatique sur l'accolement des microbes aux plaquettes sanguines. — ID : L'accolement des microbes aux plaquettes dans le sang d'animaux immunisés. — HEYMANS : Action hyperthermisante de l'azur de méthylène. — LE FEVRE DE ARRIC : Sur la spécificité et les propriétés de l'extrait de leucocytes dans le phénomène d'accolement des microbes. — ROSKAM : Action de quelques sels sodiques et du froid sur l'emplaquettement des particules étrangères. — RIJLANT et SWEERTS : Influence des injections sous-cutanées de glucose sur le travail du cœur de la grenouille. — SACEGHEM (van) : La sérothérapie dans le traitement des trypanosomiases. — WINIWARTER : Divisions de maturation normales et anormales chez les mammifères.

Boletin de la Real Sociedad española de Historia Natural (Madrid), t. XXII, n° 3 (Mars). GARCIA MERCET : Les Encyrtides de Java. — DE LA ESCALERA : Note biolog. sur l'*Anatælia canariensis* Bol. de Ténérife. — BOLIVAR y PIELTAIN : Sur un nouv. genre du groupe des *Cranae*. — CABRERA : Sur quelques Mammifères de la Chine occid. — DE LA ESCALERA : Espèce nouv. d'*Asida* du Maroc. — RIVAS MATEOS : Espèce nouv. du genre *Narcissus*. — JIMENEZ ASUA : Les cellules cyanophiles et les cellules granuleuses (Plasmazellen et Mastzellen). II.

Bulletin de la Société botanique de France, t. LXIX, n°s 1-2 (Janvier-Février). COLIN (abbé) : La migration de l'inuline dans les plantes greffées. — PARCOT (abbé) : Greffe de *Nicotiana affinis* (tabac blanc odorant) sur *Amarantus caudatus* (Amarante queue de Renard). — OFFNER : Sur les *Botrichium* du massif du Mont-Blanc. — KUHNHOLTZ-LORDAT : Emploi de l'acide lactique dans les recherches anatomiques. — DE LITARDIÈRE : Note à propos du nombre des chromosomes chez le *Senecio vulgaris*. — GUILLAUMIN : Matériaux pour la flore de la Nouvelle-Calédonie. — RODRIGUEZ : Contrib. à l'étude de la flore du Guatémala. — MAHEU et GILLET : Contrib. à l'étude des lichens des îles Baléares. — BENOIST : Contrib. à l'étude de la flore des Guyanes. — GRAVIS : Gamétophore et sporophore. — PERROT et HUBERT : Sur quelques particularités histolog. que l'on observe dans le pétiole et la feuille des Verbénacées. — LAVIALLE : Sur le rôle digestif de l'épiderme interne du tégument oculaire des Composées. — LUTZ : Nouv. observ. sur les Astragales à gomme adragante. — GAUME : Contrib. à l'étude de la flore de la Brie. — BLARINGHEM : Etudes sur le polymorphisme floral. Variations de sexualité en rapport avec la multiplication des carpelles chez le *Mercurialis annua*. — DANGEARD : Sur l'origine des vacuoles et de l'anthocyane dans les feuilles du rosier.

LIVRES REÇUS

Tous les livres reçus par la Revue *sont signalés sous cette rubrique avec une brève indication de leur contenu, sans préjudice de l'analyse critique dont ils pourront être ultérieurement l'objet dans la partie bibliographique de la* Revue.

1° Sciences mathématiques

D'OCAGNE (Maur.) : *Vue d'ensemble sur les Machines à calculer.* 1 broch. petit in-8° de 69 p. avec 20 fig. (Prix : 3 fr.). Gauthier-Villars et Cie, Paris, 1922.

L'auteur expose sommairement les principes sur lesquels est fondée la conception des machines à calculer et décrit succinctement les principaux types de machines dans lesquels ils se trouvent appliqués.

DOUBLET (E.) : *Histoire de l'Astronomie.* 1 vol. in-16 de 680 p. avec 1 fig. de l'*Encyclopédie scientifique* (Prix cart. : 17 fr.). G. Doin, Paris, 1922.

Après quelques chapitres sur l'Astronomie chez les Anciens, l'auteur consacre la majeure partie de son ouvrage à l'Astronomie depuis la Renaissance jusqu'à la mort d'Arago, et termine par quelques considérations sur l'avenir des études astronomiques.

ESCLANGON (E.) : *Les preuves astronomiques de la relativité.* 1 broch. in-8° de 28 p. (Prix :). Gauthier-Villars et Cie, Paris, 1922.

L'auteur montre que l'assurance avec laquelle est généralement présentée la confirmation astronomique des théories relativistes est à l'heure actuelle injustifiée, étant donnée la petitesse des quantités à mesurer.

Annuaire de l'Observatoire Royal de Belgique (1923), publié sous la direction de G. LECOINTE. 1 vol. in-16 de 228 p. avec 3 pl. Hayez, Bruxelles, 1922.

Outre les tables et renseignements habituels, cet annuaire renferme une étude de M. Philippot sur l'usage des coordonnées galactiques, et un rapport de M. Lecointe sur l'activité du Bureau central international des télégrammes astronomiques.

BOURGEOIS (R.) et **NOIREL** (H.) : *Géodésie élémentaire.* 2e édition. 1 vol. in-16 de 460 p. avec 138 fig. de l'*Encyclopédie scientifique* (Prix cart. : 17 fr.). G. Doin, Paris, 1922.

Le premier volume de cette nouvelle édition, qui en comprendra trois, renferme tout ce qui se rapporte à la détermination de la position des points fondamentaux qui servent de base à l'établissement de la carte d'un pays, au moyen de levés topographiques précis.

DUVAL (A. B.) et **HÉBRARD** (L.) : *Traité pratique de Navigation aérienne.* Préface de M. LAURENT-EYNAC. 1 vol. in-4° de 60 p. avec 103 fig. (Prix : 6 fr.). Gauthier-Villars et Cie, Paris, 1922.

Les auteurs ont tenté une adaptation à la navigation aérienne des procédés techniques que des siècles de pratique ont imposés à la navigation maritime.

CHALLÉAT (J.) et **THOMAS** (A.) : *Mécanique des Affûts.* Tome I. 2e édition. 1 vol. in-16 de 360 p. avec 97 fig. de l'*Encyclopédie scientifique* (Prix cart. : 17 fr.). G. Doin, Paris, 1922.

Ce premier volume, qui a subi des remaniements importants par suite des expériences de la dernière guerre, traite des affûts rigides, des freins hydrauliques et de la stabilité au tir.

2° Sciences physiques

MOGH (Gaston) : *Initiation aux théories d'Einstein.* 1 vol. in-12 de 160 p. avec 10 fig. et 1 portrait (Prix : 4 fr.). Librairie Larousse, Paris, 1922.

Le présent ouvrage se propose de donner un minimum de notions précises sur la théorie de la relativité, intelligible à tout homme ayant une bonne instruction primaire.

BERTHELOT (D.) : *La Physique et la Métaphysique des théories d'Einstein.* 1 broch. in-16 de 48 p. (Prix : 2 fr.). Payot et Cie, Paris, 1922.

L'auteur expose les bases physiques des nouvelles hypothèses sur l'espace et le temps, et les conséquences philosophiques par quoi elles rejoignent l'alchimie et le spiritisme.

CHAPEL (Gal) : *Ether-Electricité-Relativisme.* 1 broch. in-8° de 40 p. (Prix : 2 fr. 50). Gauthier-Villars, Paris, 1922.

D'après l'auteur, toutes les grandes manifestations de l'énergie s'expliquent en substituant à l'éther amorphe, inerte, conçu par les relativistes, un éther matériel, pesant, cinétique, qui n'est autre que le fluide électrique ou électricité.

NOYES (Arthur A.) et **SHERRILL** (M. S.) : *An advanced Course of instruction in chemical principles.* 1 vol. in-8° de XVIII-310 p. avec fig. (Prix cart. :). The Macmillan Company, New-York, 1922.

Cours de Chimie physique conçu en vue des étudiants qui auront à suivre une carrière professionnelle et qui doit leur permettre d'attaquer avec succès les problèmes pratiques qui se présenteront à eux. Nombreux exercices.

DUCLAUX (J.) : *Les Colloïdes.* 2e édition. 1 vol. in-16 de 305 p. (Prix : 10 fr.). Gauthier-Villars, Paris, 1922.

Cet ouvrage, dont l'apparition rapide d'une seconde édition confirme le succès, est la meilleure mise au point que nous possédions en français sur la science des colloïdes.

HACKSPILL (L.) : *L'Azote. La fixation de l'azote atmosphérique et son avenir industriel.* 1 vol. in-16 de 284 p. avec 39 fig. de l'*Encyclopédie Léauté* (Prix : 14 fr.). Masson et Cie, et Gauthier-Villars et Cie, Paris, 1922.

Ce volume apporte, sur la question de l'azote, une documentation intéressante, fournie à l'auteur par ses fonctions dans les commissions militaires de contrôle chimique en Allemagne.

CONDUCHÉ (Aug.) : *Les progrès de la métallurgie du cuivre.* 1 vol. in-16 de 254 p. avec 26 fig. de l'*Encyclopédie Léauté* (Prix : 14 fr.). Masson et Cie, et Gauthier-Villars et Cie, Paris, 1922.

L'auteur retrace les progrès considérables accomplis depuis quelques années par la métallurgie du cuivre, grâce à l'emploi de méthodes et d'appareils nouveaux qu'il décrit d'une façon détaillée.

CAIN (J. C.) et **THORPE** (J. F.) : *Les matières colorantes de synthèse et les produits intermédiaires servant à leur fabrication.* Traduit sur la 4e édition anglaise par G. DELMARCEL et M. DRAPIER. 1 vol. gr. in-8° de XXIV-640 p. (Prix : 58 fr.). Dunod, Paris, 1922.

Cet ouvrage est destiné à servir de guide de laboratoire aux étudiants des écoles techniques et universitaires et aux chimistes des établissements industriels qui s'occupent de matières colorantes. Il décrit la préparation d'un ou plusieurs corps-types de chacun des groupes de produits intermédiaires et de colorants, et les méthodes d'obtention de teintures quantitatives sur fibre au laboratoire.

FRITSCH (J.) : *Fabrication et raffinage des huiles végétales.* 3e édition. 1 vol. gr. in-8° de XIII-723 p. avec 99 fig. (Prix : 45 fr.). Librairie Desforges, 29, quai des Grands-Augustins, Paris, 1922.

Cet ouvrage est divisé en 4 parties : 1° propriétés des huiles et procédés généraux de fabrication; 2° monographies des différentes huiles ; 3° raffinage; 4° analyse des huiles d'olive.

RENOUARD (A.) : *Les Industries textiles et connexes* (lin, chanvre, jute). *Dictionnaire de termes techniques français-anglais-allemand-italien.* 1 vol. in-16 de 565 p. avec 105 fig. (Prix cart. : 30 fr.). Ch. Béranger, Paris et Liége, 1922.

Ce volume renferme non seulement un dictionnaire en 4 langues des termes techniques usités dans les industries du lin, du chanvre et du jute, mais encore une grande quantité de renseignements speciaux sur ces industries, avec une bonne bibliographie.

3° Sciences naturelles

MACALISTER (R. A. S.) : *A Text-book of European Archaeology.* Vol. I : *The Palaeolithic Period.* 1 vol. gr. in-8° de XV-610 p. avec 184 fig. (Prix cart. : 50 sh.). Cambridge University Press, 1921.

L'auteur, après une introduction géologique, paléontologique et anthropologique, décrit les origines de la vie humaine en Europe et les restes de la période paléolithique; il termine par la psychologie de l'homme paléolithique supérieur et une vue d'ensemble sur la période paléolithique.

VANDERLINDEN (E.) : *Observations phénologiques sur des végétaux.* 1 broch. gr. in-8° de 14 p. avec 4 tableaux et 5 pl. Imprimerie médicale et scientifique, Bruxelles, 1922.

Séries d'observations poursuivies de 1906 à 1920, et montrant un parallélisme au moins grossier entre le développement de la végétation et la marche de la température, de la radiation et de l'insolation.

LONGO (B.) : *Le piante più notevoli del R. Orto botanico di Pisa.* 1 broch. in-4° de 30 p. avec 10 pl. F. Mariotti, Pise, 1922.

L'auteur décrit un certain nombre d'arbres remarquables du Jardin botanique de Pise.

SARTORY (A.) et **MAIRE** (L.) : *Les Champignons vénéneux.* 1 vol. in-8° de 251 p. avec 10 pl. coloriées d'après les aquarelles de G. RAESS (Prix : 25 fr.). Librairie Le François, Paris, 1922.

Les auteurs indiquent les champignons vraiment vénéneux et démontrent que beaucoup ne méritent pas cette dénomination. Ils décrivent d'autre part les accidents consécutifs à l'ingestion de champignons.

BONNIER (A.) : *Histoire naturelle de la France.* 26e partie : *Technologie. Zoologie appliquée.* 1 vol. in-16 de 256 p. avec 115 fig. (Prix : 6 fr.). Les fils d'Emile Deyrolle, 46, rue du Bac, Paris, 1922.

Etude élémentaire des divers animaux utilisés par l'homme, soit dans son alimentation, soit dans les différentes branches de son industrie.

POLICARD (A.) : *Précis d'Histologie physiologique.* 1 vol. in-16 de 1.130 p. avec 465 fig. de la *Collection Testut* (Prix cart. : 40 fr.). G. Doin, Paris, 1922.

Dans tous les chapitres de ce Précis, d'un type tout à fait nouveau, l'auteur rapproche des faits morphologiques relatifs à chaque tissu ou organe les notions de physiologie normale et pathologique qui leur sont reliées.

ISIS

REVUE INTERNATIONALE
CONSACRÉE A
L'HISTOIRE DE LA SCIENCE ET DE LA CIVILISATION

Dirigée par **George SARTON**, D. Sc.

Associé de la Carnegie Institution de Washington
(24, Agassiz str., Cambridge, Mass. E.U.A.)

Isis est rédigée principalement en anglais. La partie essentielle en est la Bibliographie critique de toutes les publications relatives à l'Histoire, la Philosophie et l'Organisation de la Science et l'Histoire de la Civilisation. Les trois premiers volumes (1.880 pages) contiennent environ 5.620 notes bibliographiques, 312 comptes rendus et 43 articles. — **Isis** est le principal centre d'information relatif à l'Histoire et à la Philosophie de la Science et l'organe du Nouvel Humanisme. 1 vol. d'environ 600 p. (en 2 ou 3 fascicules) paraît en déans 12 ou 18 mois.

La souscription au vol. IV est ouverte. Chaque volume coûte 50 francs (éd. sur papier de Hollande à partir du tome II, 100 francs).

SOCIÉTÉ WEISSENBRUCH
49, RUE DU POINÇON
BRUXELLES (BELGIQUE)

Pour combattre
l'OBÉSITÉ
SANS NUIRE A LA SANTÉ
SANS CHANGER DE RÉGIME
employez le
Fucus GMET
Extrait total liquide. — Sans alcool, sans acides

Littérature sur demande adressée au
LABORATOIRE GMET, 27, Fg Montmartre, PARIS-Ier

CHEMIN DE FER DE PARIS A ORLÉANS

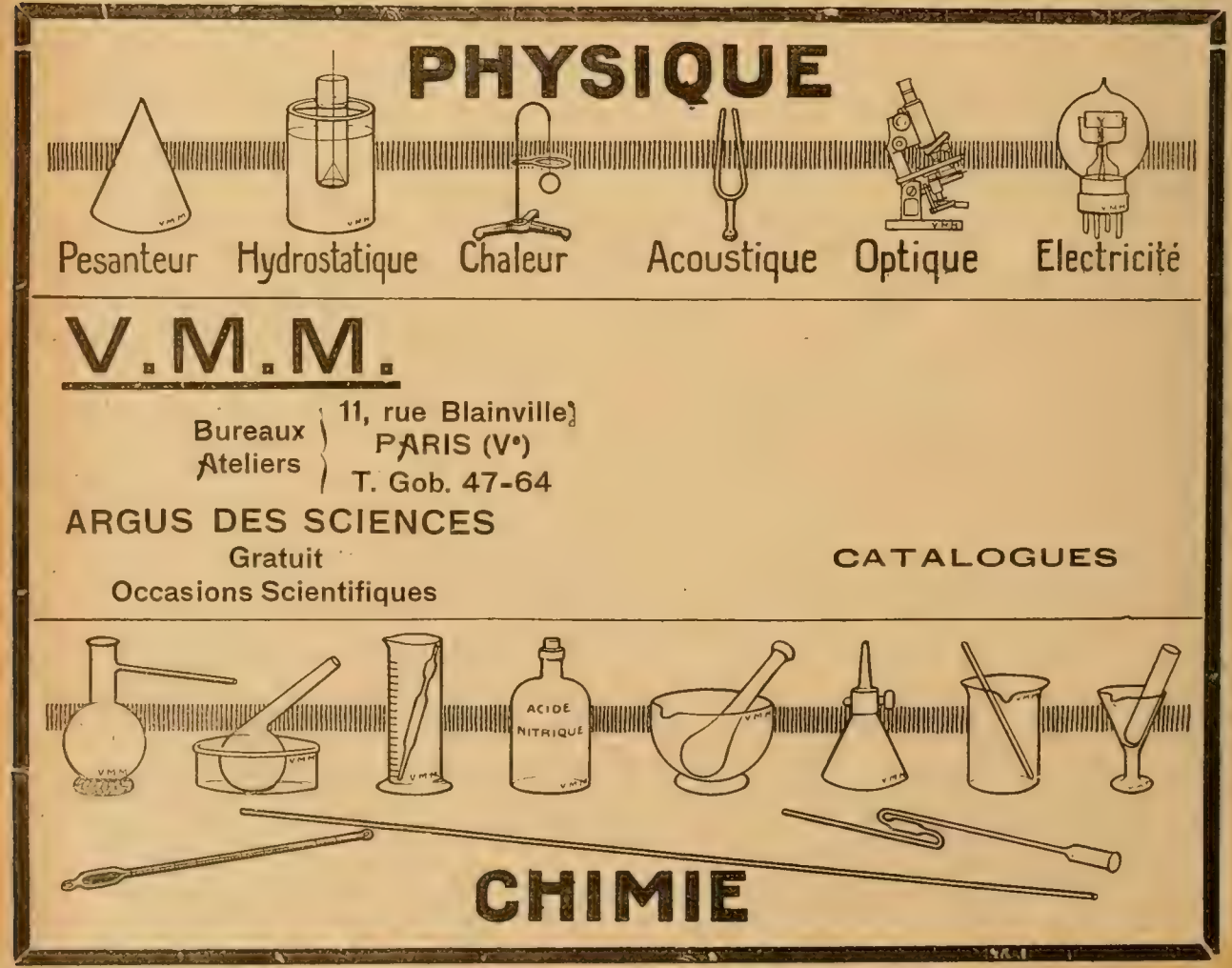
Enregistrement des bagages à domicile dans Paris

La Compagnie d'Orléans croit devoir rappeler que, d'accord avec elle, la Société des Voyages Duchemin, 20, rue de Grammont, à Paris, effectue au domicile des voyageurs, non seulement la délivrance des billets, l'enlèvement et la livraison des bagages, mais encore l'enregistrement de ces bagages.

Sans aucun dérangement et sur simple demande détaillée, adressée à la Société Duchemin, le voyageur reçoit à domicile la visite des agents de cette Société qui pèsent ses bagages et lui remettent immédiatement, contre paiement des taxes et frais, le billet de chemin de fer le bulletin d'enregistrement de bagages et même un ticket « garde place » s'il a manifesté le désir d'avoir une place retenue

Les bagages sont ensuite conduits directement à la gare de Paris-Quai d'Orsay ou à celle de Paris-Austerlitz, par les voitures de la Société Duchemin et le voyageur se trouve ainsi complètement débarrassé des soucis inhérents à tout départ.

S'adresser à la SOCIÉTÉ DES VOYAGES DUCHEMIN, 20, rue de Grammont, et à ses succursales. 26, place Vendôme et 3, place Victor-Hugo, à Paris, Téléphone (Gutenberg 06-15 et Central 97-51).



Touristes!!! dans vos excursions emportez le VÉRASCOPE RICHARD

BREVETÉ S. G. D. G.

Quel que soit le temps, vous ferez d'admirables photographies

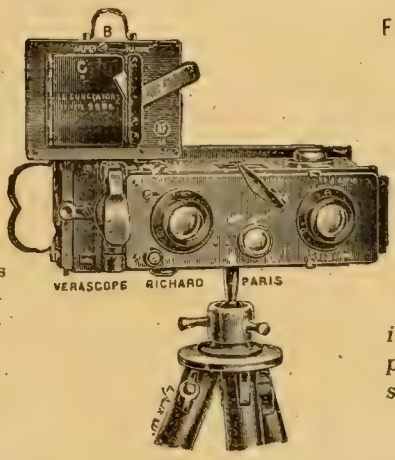
10, RUE HALÉVY (Opéra)

Le Vérascope est
ROBUSTE
PRÉCIS
PARFAIT
ÉLÉGANT

Les explorateurs, les coloniaux, les missionnaires, les alpinistes, les touristes, les amateurs proclament hautement que le Vérascope est la

Merveille photographique

• • • •



FORME CORRECTE
GRANDEUR EXACTE
PERSPECTIVE JUSTE
COULEUR VRAIE

Nouveauté!

MAGASIN POUR PELLICULES EN BOBINES

Breveté S. G. D. G.

interchangeable avec le magasin pour plaques et se chargeant instantanément en plein jour.

• • • •

Pour les débutants le GLYPHOSCOPE

pour plaques 45 × 107 a les qualités fondamentales du **Vérascope**

Demander les Notices illustrées, envoyées franco : 25, RUE MÉLINGUE, PARIS

Exposition et vente de dispositifs vérascopiques : 7, rue Lafayette (près l'Opéra)

Ancienne Maison Ch. VERDIN, ✻, ✪, ✠

G. BOULITTE, Succ^r

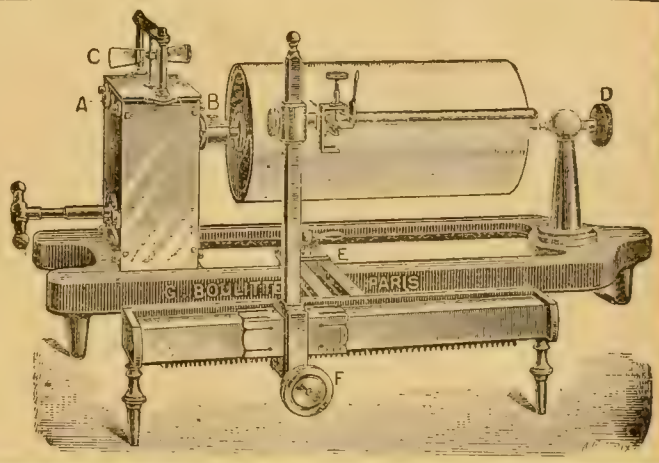
Ingénieur-Constructeur à PARIS

15 à 21, rue Bobillot, PARIS (13e)

(anciennement 7, rue Linné)

Appareils de précision pour la PHYSIOLOGIE et la MÉDECINE

ENREGISTREURS, MOTEURS ÉLECTRIQUES A VITESSE CONSTANTE, CHRONOGRAPHES, CHRONOSCOPES, SIGNAUX ÉLECTROMAGNÉTIQUES DE M. DEPREZ, ÉLECTRODIAPASONS, MANOMÈTRES, DYNAMOMÈTRES, SPHYGMOGRAPHES, ETC.



SOMMAIRES DES JOURNAUX SCIENTIFIQUES

1° Périodiques généraux

Proceedings of the National Academy of Sciences of the U.S. of America (Easton, Pa.), t. VIII, n° 5 (Mai). Duane et Patterson : Les spectres de rayons X. — Clark et Duane : Nouv. méth. pour employer les rayons X dans l'analyse des cristaux. — Barus : La topographie acoustique variant avec la position des tuyaux d'orgue. — Webster : Le virage d'une automobile. — Miner : L'erreur probable de l'indice vital d'une population. — Clarke et Washington : La compos. chim. moyenne des roches ignées. — Russell : Nébuleuses noires.

Journal of the Washington Academy of Sciences (Easton), t. XII, n° 9 (4 mai). Morey : Le développem. de la pression dans les magmas consid. comme un résultat de la cristallisation.

Journal of the Franklin Institute (Philadelphie), t. CXCIII, n° 5 (Mai). Aston : Poids atom. et isotopes. — Southall : Surfaces optiques aplanétiques (ou cartésiennes). — Quayle : La photographie des balles au vol. — Pfund : Secteur tournant de précision : ouverture variable et mesurable en mouvement. — Creighton : Méth. pour calculer la fluidité, la tension superfic. et la pression de réaction. — Still : La commutation dans les dynamos à courant continu.

The Philippine Journal of Sciences (Manille), t. XX, n° 1 (Janv.). Yap et Pineda : Deux cas intéressants d'ectrosyndactylie. — Del Rosario et Valenzuela : L'ac. acétylsalicylique commercial. — Smith : Reconnaissance géolog. de la région pétrolifère de Pidatan (Mindanao). — Wells et Perkins : Récents perfectionnem. de la fabric. du sucre de nipa. — Schenck : Le contrôle du drainage par des jonctions dans le district d'Angat. — Kieffer : Serphidés philippins. — Cole : L'identification de l'ambre gris. — Muir : Nouv. Cixiidés malais.

2° Art de l'Ingénieur

Journal of the Royal Society of Arts (Londres), t. LXX, n° 3627 (26 mai). Matthews : L'érosion des côtes et sa prévention. I. — N° 3628 (2 juin). Matthews : *Id.* II. — N° 3629 (9 juin). Eccles : Les communications impériales par t.s.f.

Revue de Métallurgie, t. XIX, n° 5 (Mai). LAIST, FRICK, ELTON et CAPLES : L'usine d'électrolyse du zinc de l'Anaconda Copper Mining C° à Great Falls (Montana). — PORTEVIN : Contrib. expérim. à l'étude des tapures de trempe dans les obus. — GUILLET : Les recouvrements par l'aluminium. — DE FLEURY : Le rôle du module d'élasticité dans la construction mécanique. — GUILLET : Les alliages Al-Si et leurs emplois industriels.

Revue universelle des Mines, de la Métallurgie, des Travaux publics (Liége), 6e sér., t. XIII, n° 4 (15 mai). HOCK : Les canalisations souterraines. Fonte ou acier? — SCHLAG : Les turbines à vapeur modernes (*suite*). — HUBERT : Calcul des poutres chargées irrégulièrement. — HUBERT : La synthèse de l'ammoniaque.

3° Sciences physiques

The Physical Review (Lancaster et Ithaca), 2e sér., t. XIX, n° 5 (Mai). BIDWELL : Résistance et pouvoir thermo-électr. du germanium métall. — HOBBIE : Magnétostri tion dans de faibles champs magnétisants. — RAY : La pression de radiation sur les diélectr. transparents. — ROBERTSON : La décharge sans électrode dans certaines vapeurs. — VALASEK : L'activité piézo-électr. du sel de Rochelle dans diverses cond. — LANE : Energie sonore minimum pour l'audition des tons de haute fréquence. — WENTE : La sensibilité et la précision du transmetteur électrostatique pour la mesure des intensités sonores. — DAVIS et STEMPEL : La réflexion des rayons X par le sel gemme. — KUNERTH : Solubilité de CO^2 et N^2O dans certains solvants.

Communications from the Physical Laboratory of the University of Leiden (Leyde), n° 156. CATH et ONNES : Sur la mesure des températures très basses. XXX. — PALACIOS MARTINEZ et ONNES : *Id.* XXXI.

Bulletin de la Société chimique de France, t. XXX-XXXII, n° 5 (Mai). GLEDITSCH (Mlle Ellen) : L'âge des minéraux dans la théorie de la radioactivité. — BATTEGAY et HUGEL : Sur l'éthérification du diéthylmalonate acide d'éthyle et de l'acide diéthylmalonique. — FOURNEAU et PUYAL : Etude sur les aminoalcools. Homologues de la novocaïne. — LESPIEAU : Action de l'éther dichloré $CH^2Cl.CHCl.O.C^2H^5$ sur le dérivé magnésien mixte du bromure d'allyle. — MARTINET et VACHER : Sur une di-isatine naphtalénique. — MATIGNON et FRÉJACQUES : Etude de la transformation du carbamate d'ammoniaque. — RAYMOND : Sur les acides gras de l'huile de colza. — TANRET : Sur quelques principes chimiques contenus dans l'ergot de diss et dans l'ergot d'avoine. — VESELY et DVORAK : Sur le remplacement des groupes diazoïques par les groupes nitrogènes.

The Journal of the American chemical Society (Easton, Pa.), t. XLIV, n° 5 (Mai). BRONSTED : Etudes sur la solubilité. IV. Le principe de l'interaction spécif. des ions. — BARRY : Le maintien des conditions adiabatiques en calorimétrie. — BRONSTED : Calcul des fonctions osmotique et d'activité dans les sol. des sels mono-monovalents. — OAKES et SALISBURY : L'emploi de solut. de phtalates pour les types d'électrodes d'hydrogène. — KARRER : Dépôt rythmique de vapeurs precipitées. — RABINOVICH : La viscosité négative. — BRADFIELD : Méthode centrifuge pour préparer les hydrates ferrique et aluminique et l'ac. silicique colloïdaux. — EASTMAN : Equilibre dans les syst. Fe-C-O et de Fe-H-O et énergies libres des oxydes de fer. — THORNTON : Le titane trivalent. II. Détermin. de Cu et Fe en prés. l'un de l'autre. — HOLMES : L'activité photochim. des ac. triphénylméthanesulfoniques. — LEWIS, GIBSON et LATIMER : Revision des entropies des éléments. — MC CAY et ANDERSON : La réduct. des sol. d'ac. vanadique avec le mercure. — HAINSWORTH et MAC INNES : L'effet de la pression d'H sur la f. é. m. d'une pile H-calomel. I. — MEYER et WAGNER : L'ac. nitrosylsélénique. — MULLIKEN : La séparation des isotopes par la diffusion thermique et sous pression. — RICHARDS et THORVALDSON : La chaleur de sol. de Zn dans HCl. — RICHARDS et TAMARU : La chaleur de sol. de Cd dans HCl. — BOZORTH : La structure cristall. du fluosilicate d'Am. — JACOBS et HEIDELBERGER : Synthèses dans la série de la cinchonine. VII-VIII-IX-X. — CLOVER : L'autoxydation de l'éther éthyl. — WEISS et DOWNS : Etude prélimin. sur la formation de l'ac. malique. — ADAMS, FOGLER et KREGER : Structure de l'aldéhyde disalicylique. — PENNYCUIK : L'ac. racémique en solution. — NICOLET et JURIST : Les ac. gras en C^{18}. IV. — DOX et YODER : Les ab. alkylbenzylbarbituriques. — NICOLET et PELC : Les ac. gras en C^{18}. V. — HART et PAYNE : Toxicité de la néo-arsphénamine.

4° Sciences naturelles

Comptes rendus de la Société de Biologie, t. LXXXVI, n° 17 (13 mai). BUSQUET : Les arrêts du cœur isolé de lapin par le potassium et l'ammonium, envisagés au point de vue d'un antagonisme de ces métaux avec le calcium. — CAMUS et ROUSSY : Hypophysectomie chez le chien et le chat. Technique et résultats de 149 interventions. — CARRIEU et SOLLIER : Présence à Montpellier de rats parasités par *Spirochaeta icterohemorragiae*. — LABBÉ (M.), LABBÉ (H.) et NEPVEUX : L'hyperglycémie provoquée chez les basedowiens. — LABBÉ (M.) et STÉVENIN : Métabolisme basal chez les basedowiens. — LANGLOIS et MOURGEON : Les variations de la tension artérielle suivant les attitudes avant et après l'exercice. — LEGER et HUCHARD : Sérum de syphilitique et formolgélification. — LEVADITI et NICOLAU : Rôle de l'épilage dans la localisation cutanée de la vaccine. — MARIE : Dosages d'urée. — PHILIBERT et MATHIEU : Nouv. proc. d'analyse qualitative des eaux. — REGAUD : La radiosensibilité des néoplasmes malins dans ses relations avec les fluctuations de la multiplication cellulaire. — SAND : De l'hermaphrodisme expérimental. — VALLERY-RADOT et HAGUENAU : Absorption de l'antipyrine par voie stomacale. Son rôle dans les troubles observés chez les sujets sensibilisés. — VILLARET, SAINT-GIRONS et GRELLETY-BOSVIEL : Réflexe oculo-cardiaque et tension veineuse. — VINCENT : Sur la nature de la bronchite sanglante. — CRAMPON : Réactions de fixation dans la tuberculose à l'aide de l'antigène peptoné B^2 de Calmette et Massol. — POLONOVSKI et AUGUSTE : Infl. du fluorure de sodium sur le dosage de l'urée par la méthode du xanthydrol. — ABEL et BRENAS : Rech. sur la leucocytose digestive du nourrisson. — AUBRIOT : Branchiome kystique du cou. — MATHIEU : Bilans d'élimination de l'arsenic des arsénobenzènes par les voies intestinale et urinaire. — PARISOT et HERMANN : Action sur l'appareil cardio-vasculaire du pneumothorax artificiel expérim. — PARISOT, SIMONIN et CLAUDE : Crises hémoclasiques subintrantes au cours de la désensibilisation spécifique. — WATKIN : Foyers d'érythropoïèse dans l hypophyse de Cobaye gravide. — ANDRADE (de) : Sur un organisme spirochétoïde trouvé dans les sécrétions vaginales dans un cas de métrite. — BETTENCOURT et BORGES : Réaction de fixation dans la bilharziose vésicale avec l'antigène de *Fasciola hepatica*. — ID. et PEREIRA DA SILVA : Le système excréteur de la cercaire du *Schistosomum haematobium*. — BRITES : Sur un cas d'amygdalite pesteuse primitive. — PERFIRA DA SILVA : Sur la présence du *Leptospira ictero haemorrhagiae* chez les rats d'égout à Lisbonne. — SALAZAR : Les mitoses atypiques de la granulose ovarienne, la question de l'individualité des chromosomes et celle de la formation de la linine. — CAWADIAS : Les syndromes polyartéritiques. Angine de poitrine et claudication intermittente.

Boletin de la Real Sociedad española de Historia Natural (Madrid), t. XXII, n° 4 (Avril). GARCIA MERCET : Le genre *Azotus* Howard. — FERNANDEZ RIOFRIO : Documents pour la flore mycolog. de Catalogne. — RUBAK : Nouv. espèce du genre *Urocystis*. — SANCHEZ Y SANCHEZ : Sur la nutrition des ovules de *Cerianthus membranaceus*. — CABALLERO : Le *Boixat*, maladie des aulx, à Banolas. — FERNANDEZ GALIANO : Observ sur la contractilité des *Vorticella*. — PEREZ DE PEDRO : Formes d'érosion dans le Miocène de La Vid (Burgos). — **Memorias**, t. XII, n° 3 (15 janv.). FERNANDEZ-NAVARRO : Etudes géolog. dans la péninsule yébalique (nord du Maroc).

Rivista di Biologia (Rome), t. IV, fasc. II (Mars-Avril). BOLAFFIO : Contrib. au problème de la détermin. du sexe. — LONGO : Albumen ou endosperme? — CAMPANILE : Contrib. à l'étude de la cuscute des plantes médicinales. — SCHAXEL : Le problème de la régénération chez les animaux et nouv. essais pour le résoudre. — CORTESI : Revue de Botanique pharmaceutique. — GRANDI : Revue d'Entomologie.

University of California Publications in Zoology (Berkeley), t. XX, n° 9 (12 avril). REES : La micro-injection les Paramécies. — N°s 11-12 (21 avril). KOFOID et SWEZY : La mitose chez l'*Endamoeba dysenteriae* dans la moelle osseuse au cours de l'arthrite déformante. — ID., ID., et BOYERS : L'*Endamœba dysenteriae* dans les glandes lymphatiques de l'homme au cours de la maladie de Hodgkin. — T. XXI, n°s 7-8 (18 avril). KELLOGG : Etude des formes californiennes du groupe de souris *Microtus mordax* en Californie.

5° Sciences médicales

Bulletin de l'Académie de Médecine, t. LXXXVII, n° 18 (2 mai) HARTMANN et PETIT-DUTAILLIS : Suites éloignées de la cholécystectomie. — CASTEX et THOLLON : Résultats actuels de la démutisation. Présentation d'enfants sourds-muets. — N° 19. (9 mai). VINCENT : Les ostéopathies typhoïdiques ou paratyphoïdiques et leur traitement par la vaccinothérapie. — BORDIER : Epithéliomas rœntgéniens des doigts guéris par la diathermie. — N° 20 (16 mai). NETTER : Zona et varicelle. — MARCHOUX : La lèpre du rat est peut-être transmissible à l'homme. — RENAULT et LÉVY : Sur un nouveau procédé de vaccination antidiphtérique.

Bulletin de l'Institut Pasteur, XX, n° 9 (15 mai). ABT : Le titre antitoxique et la valeur thérapeutique des sérums antidiphtériques.

The Journal of industrial Hygiene (Boston), t. IV, n° 1 (Mai). FORD : Quelques considérations pour le médecin dans l'industrie. — FAIRHALL : Etudes sur le plomb. I. Détermin. de petites quant. de plomb dans les organes. — OLIVER : Les maladies de la peau les plus communes pour le médecin d'industrie. — ORENSTEIN et IRELAND : Obser. expérim sur le rapport entre les conditions atmosphér. et la product. de la fatigue chez les travailleurs des mines.

6° Géographie et Colonisation

La Géographie, t. XXXVII, n° 4 (Avril). ABENDANON : La signification du nom de l'île Célèbes. — MAIN : Les ports du Maroc français (*fin*). — GORCEIX : Le Goulf de Cap Breton. — DELAFOSSE : Les populations noires de l'Afrique

The Geographical Review (New-York), t. XII, n° 2 (Avril). JENNESS : L'art esquimau. — WATERMANN : Les noms géograph. employés par les Indiens de la côte du Pacifique. — MARMER : Les marées de la baie de Fundy. — DURLAND : Les forêts de la Républ. dominicaine. — WHITBECK : Relations géograph. dans le développem. de l'Agriculture cubaine. — WHITTLESEY : Les facteurs géograph. dans les relations des Etats-Unis et de Cuba. — CRAWFORD : La Géographie préhistorique. — STEFANSSON : Quelques idées erronées sur la Géographie arctique. — JOHNSON : La Géographie de l'Histoire.

INFORMATIONS

Monument à la mémoire du Professeur Yves Delage. — Un Comité vient de se constituer pour ouvrir une souscription internationale, afin d'élever à Roscoff un monument à la mémoire du Professeur Yves Delage, membre de l'Institut.

Yves Delage fut une des figures les plus marquantes de la Biologie contemporaine. Professeur à la Sorbonne depuis 1885, il y enseigna la Zoologie avec un éclat particulier, et la publication du *Traitée de Zoologie concrète* a répandu au loin la renommée de ses leçons. Par son grand ouvrage sur la *Structure du protoplasma et les théories de l'Hérédité*, à la fois exposé didactique d'une admirable lucidité et discussion critique pleine d'aperçus originaux, il a contribué à mettre en lumière l'intérêt des problèmes de la Biologie générale. Prêchant d'exemple, il se consacra lui-même aux recherches sur la fécondation mérogonique et la parthénogénèse expérimentale, qui illustrèrent la fin de sa carrière scientifique. Fondateur de l'*Année Biologique*, il a créé un répertoire d'information indispensable, dont la survivance assurée rappellera d'une façon durable les titres d'Yves Delage à la gratitude des naturalistes. Douloureusement frappé dans ses dernières années par la perte de la vue, il donna, en continuant à travailler, une preuve d'énergie morale peu commune, qui suscita autour de lui un sentiment unanime d'admiration et de respect.

Les collègues et les amis d'Yves Delage, désireux de donner une forme tangible à la reconnaissance qui lui est due, se sont groupés en un Comité, et ont décidé d'ouvrir une souscription internationale, pour l'érection d'un monument à la mémoire de l'illustre savant. Ils pensent que ce monument devra s'élever à Roscoff, à côté de celui qui rappelle déjà les traits d'Henri de Lacaze-Duthiers, auprès de ce Laboratoire où Delage fit ses travaux, auquel il a consacré tant d'efforts, et que, jusqu'à son dernier souffle, il a tant aimé.

Le Comité, qui réunit un grand nombre de biologistes français et étrangers ainsi que les représentants élus du département du Finistère, a obtenu le haut patronage de MM. Léon Bérard, Ministre de l'Instruction Publique : Coville, Directeur de l'Enseignement supérieur ; Appell, Recteur de l'Académie de Paris ; E. Picard et A. Lacroix, Secrétaires perpétuels de l'Académie des Sciences ; le Prince Albert Ier de Monaco ; le Prince Roland Bonaparte ; le Dr E. Roux, Membres de l'Institut.

La souscription est dès à présent ouverte. Les personnes désireuses d'y participer sont priées de vouloir bien envoyer leur cotisation le plus tôt possible à l'adresse de Mlle L. Dehorne, Trésorière du Comité, au Laboratoire de Zoologie à la Sorbonne, 1, rue Victor-Cousin, Paris, Ve.

LIVRES REÇUS

Tous les livres reçus par la Revue *sont signalés sous cette rubrique avec une brève indication de leur contenu, sans préjudice de l'analyse critique dont ils pourront être ultérieurement l'objet dans la partie bibliographique de la* Revue.

1° Sciences mathématiques

LÉVY (Paul) : *Leçons d'Analyse fonctionnelle.* Préface de M. J. HADAMARD. 1 vol. in-8° de 440 p. avec 5 fig. de la *Collection de Monographies sur la Théorie des fonctions* (Prix : 35 fr.). Gauthier-Villars et Cie, Paris, 1922.

Ce volume, qui expose l'œuvre de M. Volterra, de l'auteur lui-même et de R. Gateaux, se divise en 3 parties : 1° les fondements du Calcul fonctionnel ; 2° les équations aux dérivées partielles du premier ordre ; 3° la notion de moyenne dans le domaine fonctionnel et l'équation de Laplace généralisée.

MAC LEOD (A.) : *Introduction à la Géométrie non-euclidienne.* 1 vol. in-8° de 433 p. avec 1 pl. (Prix : 20 fr.). Librairie scientifique J. Hermann, Paris, 1922.

L'auteur expose d'une façon élémentaire les principes de la Géométrie non-euclidienne, en suivant la méthode de M. Coolidge.

2° Art de l'Ingénieur

HARRINGTON-HUDSON (R. J.) : *Reinforced Concrete. A practical handbook for use in design and construction.* Préface de E. F. ETCHELLS. 1 vol. in-8° de XXIV-318 p. avec 131 fig. et 19 pl. (Prix cart. : 16 sh.). Chapman and Hall, Ltd., Londres, 1922.

Le but de cet ouvrage est d'expliquer d'une manière simple la théorie du ciment armé et de donner les tables, graphiques et autres documents de valeur pratique pour les projets et la construction d'ouvrages en ciment armé.

CHAMPLY (R.) : *Gazogènes et moteurs à gaz pauvre à la portée de tous.* 2e édition, revue et augmentée. 1 vol. gr. in-8° de 232 p. avec 90 fig. (Prix : 15 fr.). Librairie Desforges, 29, quai des Grands-Augustins, Paris, 1922.

Cet ouvrage est écrit par un praticien pour l'industriel et pour l'ouvrier usagers du gaz pauvre : il traite de l'installation, de la conduite et de l'entretien des appareils et fournit de nombreuses données sur les types en service.

3° Sciences physiques

NYS (D.) : *La notion d'espace.* 1 vol. in-8° de 448 p. publié par la « Fondation universitaire de Belgique » (Prix relié : 30 fr.).

Pour Comprendre EINSTEIN !

PAR

L'Abbé Th. MOREUX

DIRECTEUR DE L'OBSERVATOIRE DE BOURGES

Un exposé CLAIR et sans FORMULES mathématiques des Idées d'Einstein ; une critique serrée et impartiale des théories de la relativité ; des vues originales et nouvelles sur l'ESPACE et le TEMPS, en accord avec la Science moderne ; telles sont les raisons du succès près du grand public du nouvel ouvrage de l'Abbé MOREUX

Un volume in-16 de 256 pages avec figures dans le texte

SEPT FRANCS

(plus 10 % pour frais de port et emballage)

Gaston DOIN, Editeur, 8, place de l'Odéon, Paris-6e

Editions Robert Sand, 86, rue de la Montagne, Bruxelles, 1922.

Dans la première partie, intitulée « la nature de l'espace », l'auteur expose et critique les diverses théories spatiales réparties en trois groupes : théories ultraréalistes, ultrasubjectivistes, réalistes modérées. La seconde partie est consacrée à la discussion des propriétés de l'espace.

MOREUX (Abbé Th.) : *Pour comprendre Einstein.* 1 vol. in-16 de 246 p. avec fig. (Prix : 7 fr.). G. Doin, Paris, 1922.

Cet ouvrage renferme un exposé clair et sans formules mathématiques des idées d'Einstein, une critique serrée des théories de la relativité, et des vues originales et nouvelles sur l'espace et le temps.

KIRCHBERGER (P.) : *La Théorie de la relativité exposée sans mathématiques.* Préface de M. VON LAUE. Traduction française de M. THIERS. 1 vol. in-16 de 218 p. (Prix : 5 fr.). Payot et Cie, Paris, 1922.

Malgré les difficultés que présente la théorie de la relativité, l'auteur a tenté d'en exposer les points principaux sans l'appareil d'aucun calcul.

WULF (E. P. Th.) : *La théorie de la relativité d'Einstein.* Traduit sur la 3e édition par le P. H. DOPP. 1 vol. in-8° de 86 p. (Prix : 2 fr.). Librairie Albert Dewit, 53, rue Royale, Bruxelles, 1922.

Exposé élémentaire du principe de la relativité restreinte et de la signification et des conséquences principales de la relativité généralisée.

GANDILLOT (M.) : *Véritable interprétation des théories relativistes.* 1 broch. in-16 de 17 p. (Prix :). Gauthier-Villars et Cie, Paris, 1922.

L'auteur pense faire disparaître les contradictions inhérentes à l'interprétation habituelle des théories relativistes en considérant x, y, z, t, non comme les coordonnées d'un point-temps, mais comme leurs mesures exprimées en unités changeantes.

BERTHOUD (A.) : *La constitution des atomes.* 1 vol. petit in-16 de 158 p. avec 17 fig. de la *Collection Payot* (Prix cart. : 4 fr.). Payot et Cie, Paris, 1922.

L'exposé des théories de Rutherford et de Bohr, qui forme le fond de l'ouvrage, est précédé d'une revision des propriétés de l'électron, des rayons X, des lois fondamentales de la radioactivité et du phénomène de l'isotopie, et suivi d'un aperçu de la théorie de Sommerfeld.

LOEB (J.) : *Proteins and the theory of colloïdal behaviour.* 1 vol. in-8° de XI-292 p. avec 80 fig. (Prix cart. : 15 sh.). Mc Graw-Hill Publishing Co., 6-8, Bouverie Street, Londres, 1922.

Ce livre est divisé en 2 parties : l'une fournissant les preuves du caractère stœchiométrique des réactions des protéines, l'autre développant une théorie mathématique et quantitative du comportement des colloïdes sur la base de la théorie de l'équilibre des membranes de Donnan.

LEVAINVILLE (J.) : *L'industrie du fer en France.* 1 vol. in-16 de 211 p. avec 4 cartes, de la *Collection Armand Colin* (Prix : broché, 5 fr. ; relié, 6 fr.). Librairie Armand Colin, Paris, 1922.

L'auteur trace un tableau fidèle de ce que fut chez nous l'industrie du fer, de ce qu'elle est et de ce qu'elle doit être, et il expose les raisons économiques des fluctuations qu'elle a subies au cours des siècles.

ROUELLE (Cl. J.) : *Travail et élaboration de l'Acier.* 1 vol. in-16 de 200 p. avec 45 fig., de la *Collection Armand Colin* (Prix : broché, 5 fr ; cart. : 6 fr.). Librairie Armand Colin, Paris, 1922.

Exposé simple et clair des multiples transformations que doit subir la fonte avant de devenir acier, et qui fait pendant à l'ouvrage du même auteur publié sur la fonte dans la même collection.

LEFÉBURE (Victor) : *L'énigme du Rhin. La stratégie chimique en temps de paix et en temps de guerre.* Préfaces des maréchaux FOCH et WILSON. 1 vol. in-8° de 247 p. (Prix : 7 fr. 50). Payot et Cie, Paris, 1922.

L'auteur fait ressortir l'importance énorme de l'industrie chimique dans la conduite de la guerre et la nécessité de faire entrer la « guerre chimique » dans nos prévisions et nos préparatifs d'avenir.

PAOLI (H. J.) : *Nuevo sistema industrial de fabricacion del sulfato de cobre.* 1 broch. in-8° de 23 p. avec 14 pl. Coni, éditeur, Buenos-Aires, 1921.

Le principe du nouveau procédé est de faire circuler d'une façon intermittente, dans une tour pleine de cuivre, une solution de sulfate contenant de l'acide sulfurique.

MARGIVAL (F.) : *Les Cirages.* 1 vol. in-16 de XIV-275 p. de la *Nouvelle Collection des recueils de recettes rationnelles* (Prix : 9 fr.). Librairie Desforges, Paris, 1922.

Nombreuses données sur la fabrication des cirages, encaustiques, cires à frotter, modeler, cacheter, crèmes pour chaussures, mixtures pour entretien des cuirs.

4° Sciences naturelles

GIUFFRIDA-RUGGIERI (V.) : *Su l'origine dell'Uomo. Nuove teorie e documenti.* 1 vol. in 8° de XIII-268 p. avec 24 fig. (Prix : 24 lire). N. Zanichelli, Bologne, 1922.

Cet ouvrage constitue un traité d'Anthropologie zoologique, où l'auteur expose tous les documents qui peuvent permettre de reconstituer les principales phases de l'origine naturelle des races humaines.

A Guide to the fossil remains of Man in the Department of Geology and Palæontology in the British Museum (Natural History). 3e édition. 1 broch. in-8° de 40 p avec 14 fig. et 6 pl. (Prix : 6 p). British Museum (Natural History), Londres, 1922.

Ce petit guide montre l'importance de l'étude de l'homme fossile, surtout après la découverte des crânes de Piltdown et de la Rhodesia.

VERNEAU (R.) et **RIVET** (P.) : *Ethnographie ancienne de l'Equateur.* Tome 6, fasc. 2, des publications de la Mission pour la mesure d'un arc de méridien en Amérique du Sud. 1 vol. in-4° de XLI p. avec 26 pl. Gauthier-Villars et Cie, Paris, 1922.

Ce fascicule comprend : 1° l'index bibliographique du fasc. I paru en 1912 ; 2° les planches relatives aux objets de céramique.

WEAVER (J. E.), **JEAN** (F. C.) et **CRIST** (J. W.) : *Development and activities of roots and crop plants. A study of crop ecology.* 1 vol. in-8° de VI-116 p. avec 42 fig. et 14 pl. (Prix : 2 doll.). Publication n° 316 de la Carnegie Institution, Washington, 1922.

Etude de la croissance de diverses plantes agricoles, cultivées dans les mêmes conditions, avec mesures des principaux facteurs du milieu et de la longueur des racines.

POUGET (L.), **AMALRIC** et **LÉONARDON** : *Esquisse agronomique et agrologique de la région de Sétif.* 1 vol. in-4° de 73 p. avec 4 cartes en couleurs. J. Carbonel, Alger, 1922.

A côté de l'esquisse agronomique et agrologique, les auteurs ont donné l'analyse mécanique, physique et chimique d'un grand nombre de terrains.

CHOPARD (L.) : *Faune de France. 3. Orthoptères et Dermaptères.* 1 vol. in-8° de 212 p. avec 446 fig. (Prix : 18 fr.). P. Lechevalier, 12, rue de Tournon, Paris, 1922.

Troisième fascicule de l'intéressante publication entreprise par l'Office central de Faunistique, et qui a pour but de donner aux naturalistes le moyen d'identifier sûrement une espèce récoltée sur notre territoire.

CASTLE (W. E.) : *Genetic studies of rabbits and rats.* 1 vol. in-8° de 55 p. avec 7 fig. et 2 pl. (Prix : 1 dollar). Publication n° 320 de la Carnegie Institution, Washington, 1922.

La première partie traite de l'hérédité de la taille chez les lapins, la seconde d'une variation tricolore non héréditaire chez les rats.

SMITH (H. M.) : *Gaseous exchange and physiological requirements for level and grade walking.* 1 vol in-8° de VIII-310 p. avec 42 fig. et 1 pl. (Prix : 6 dollars). Publication n° 309 de la Carnegie Institution, Washington, 1922.

Cette publication donne les résultats d'une étude étendue du métabolisme et des besoins énergétiques de plusieurs hommes debout et pendant la marche horizontale et inclinée.

5° Sciences diverses

FAVRE (L.) : *Culture générale. Méthode scientifique. Esprit scientifique.* 1 vol. in-16 de 160 p. (Prix : 6 fr.). A. Coste, 8, rue Monsieur le Prince, Paris, 1922

Pour le rayonnement de la France, l'auteur montre l'importance d'une culture générale, qui est à la fois « instruction générale » par les sciences et par les lettres, et « éducation générale » donnant les qualités de l'esprit scientifique et les moyens de la méthode scientifique.

RUEFF (J.) : *Des Sciences physiques aux Sciences morales.* Préface de M. C. COLSON 1 vol. in-16 de 202 p. de la collection *Questions du temps présent* (Prix : 8 fr.). F. Alcan, Paris, 1922.

L'auteur essaie de démontrer que l'explication scientifique est une et qu'elle prend la même forme dans les sciences physiques et dans les sciences morales.

ACHILLE-DELMAS (F.) et **BOLL** (M.) : *La Personnalité humaine. Son analyse.* 1 vol in-18° de 284 p. de la *Bibliothèque de Philosophie scientifique* (Prix : 7 fr. 50) E. Flammarion, Paris, 1922.

Cet ouvrage est un traité résumé de psychologie où les auteurs, partant des faits psychiâtres, indiquent comment il faut envisager les notions quelque peu confuses de conscience et de volonté, et aussi comment se posent les problèmes de l'éducation, de la responsabilité et du bonheur.

BODIN (Marg.) : *L'Institutrice.* 1 vol. in-16 de 348 p. de la *Bibliothèque sociale des Métiers* (Prix : 10 fr.) G. Doin, Paris, 1922.

L'auteur trace d'abord l'historique de l'éducation populaire, avec la charte actuelle de l'enseignement, puis fait la critique de l'éducation nationale. Dans une seconde partie, il suit l'éducatrice dans sa vie professionnelle et privée.

LALLEMAND (Ch.) : *L'anarchie monétaire et ses conséquences économiques.* 1 broch. in-8° de 48 p. (Prix :). Gauthier-Villars et Cie, Paris, 1922.

L'auteur étudie brièvement les questions complexes de la monnaie et des changes et leur répercussion sur la situation économique actuelle.

1° Périodiques généraux

Proceedings of the Cambridge Philosophical Society (Cambridge), t. XXXI, part II (23 mai). LEDLAM : Essai de séparation des isotopes du Cl. — BELZ : Mesure des susceptibilités magnét. aux hautes fréquences. — HENDERSON : Essai pour influer sur la direction de l'émission d'une particule α. — WAGSTAFF : Détermin. du coeffic. de rigidité d'une plaque de verre. — STEAD : Luminescence à faible voltage de la vapeur de mercure. — SEARLE : Expérience illustrant la conservation du moment angulaire. — TRKAL : Condition générale pour la quantification des mouvements conditionnellement périodiques, avec applic. à l'atome de Bohr. — Sir GREENHILL : Les marées dans le détroit de Bristol. — NEVILLE : La définition d'une enveloppe. — WESTERN : Sur le nombre de nombres premiers de la forme $n^2 + 1$. — THOMAS : Quelques plantes jurassiques nouv. ou rares du Yorkshire. V Spécimen fertiles du *Dictyophyllum rugosum* L. et H. — INCE : Preuve de l'impossibilité de la coexistence de deux fonctions de Mathieu. — ELLIS : Interprétation des spectres de rayons β et de rayons γ.

Revista de la Real Academia de Ciencias de Madrid (Madrid), t. XIX, n°s 1-3 (Juill.-Sept. 1920). FERNANDEZ BANOS : Etudes fondament. de Géométrie sur les courbes algébr. (*suite*). — CARANDELL : La morphologie de la Sierra Nevada ; essai d'interprétation tectonique. — LASALA GRAVISACO : Electroanalyse indirecte des anions sans électrodes de platine. — IGLESIAS : Enumération des Curculionides de la Péninsule ibérique et des Iles Baléares (*suite*). — N°s 4 6 (Oct.-Déc.) ARANAZ IZAGUIRRE : Abaque de vitesses de l'onde explosive. — FERNANDEZ : Act. de diverses subst. sur la catalase du sang. — FERNANDEZ BANOS : *Id.* (*suite*). — NEGRIN et LOPEZ : Le tonus vasculaire et le mécanisme de l'act. vasotonique du splanchnique. — IGLESIAS : *Id.* (*suite*)

Journal of the Washington Academy of Sciences (Easton, Pa.), t. XII, n° 10 (19 mai) SHANNON et WHERRY : Note sur les chlorites blanches — ID. et ID. : Crocidolite de l'est de la Pennsylvanie. — WOODRING : Foraminifères de l'Eocène moyen du genre *Dictyoconus* de la Republ d Haïti. — POSNJAK et WYCKOFF : Les structures cristall. des halogénures alcalins. — N° 11 (4 juin). KILLIP : Nouv. Passiflores du Mexique et de l'Amérique centrale. — JACKSON : Nouv. espèces et sous-espèces de *Sorex* de l'ouest de l'Amérique.

The Philosophical Magazine and Journal of Science (Londres), n° de mai 1922. FOWLER : Sur la théorie cinétique des gaz. — DARWIN : La réflexion des rayons par les cristaux imparfaits. — DOI : Diffusion et dispersion de la lumière. — HEMSALECH et DE GRAMONT : Expér. sur la présence des lignes élargies dans l'arc. II. — CARRINGTON : Le module d'Young et le rapport de Poisson pour le sapin. — DAVISON : La périodicité diurne des tremblements de terre. — CREHORE : Atomes et Molécules. II. — La disparition des gaz dans la décharge électr. IV. — SHENSTONE : Essai pour déceler la radioactivité induite résultant du bombardement par les rayons α. — MOSHARRAFA : Apparition de composants non sym. dans l'effet Stark. — BIRKOFF : Plaques circulaires d'épaisseur variable. — BREIT : La capacité effective des bobines à plusieurs couches à section carrée ou circulaire. — WRINCH : Les orbites dans le champ d'un doublet. — KENNARD : Preuve simplifiée des potentiels retardés et principe d'Huygens. — TI OSHENKO : Les vibrations forcées des ponts. — HORTON et DAVIES : Présence d'ionisation par effets cumulatifs. — TIMOSHENKO : Le pliage des barreaux enfoncés. — LIDSTONE, SATTERLY : La mesure de la viscosité absolue. — N° de juin 1922. CREHORE : La molécule d'hydrogène. III. — SHENSTONE et SCHLUNDT : Détermin. du nombre de particules α par seconde émises par le Th C d'activité connue en rayonnement γ. — FAIRBOURNE : Mouvements restreints des molécules aux très basses pressions. — HARTUNG : Observ. sur la construction et l'emploi de la microbalance de Steele-Grant. — BICKERDIKE : L'interaction entre la radiation et les électrons. — COSTER : Les spectres de rayons X et la théorie de la structure atomique. — BAILEY : Sur le développem. d'un pont de capacité de Maxwell. — BOHR : Sur le principe de sélection de la théorie des quanta. — WHIDDINGTON : Les électrons des rayons X. — TOWNSEND et BAILEY : Les trajectoires libres anormalement longues des électrons dans l'argon. — RAY : La viscosité de l'air dans un champ électr. transverse.

Revue philosophique, t. XCIII, n°s 5-6 (Mai-Juin). BRUNSCHVICG : Le renouvellement des conceptions atomistiques. — WAHL : William James d'après sa correspondance. — DUPUIS : L'ennui morbide. — OMBREDANE : La psycho-analyse et le problème de l'inconscient. II. — LALANDE : La psychologie du raisonnement de Rignano.

2° Astronomie et Météorologie

The Observatory (Londres), t. XLV, n° 577 (Juin). La Conférence de l'Union astronomique internat. à Rome (2-10 mai). — ATKINSON : Gradients de température radiatifs et convectifs

Monthly Weather Review (Washington), t. L, n° 3 (Mars). DE C. WARD : La nouv. section des précipitations de l'Atlas d'Agriculture américaine. — HENRY : Les cycles climatiques et la croissance des arbres, d'après Douglas. — ID. : Les périodes de sécheresse et les cycles climatiques, d'après Clements. — HASTINGS : Halo inusité. — GORDON : Dispositif de mesure d'angle pour les observateurs de halos. — WOOLARD : Contrib. récentes à la météorologie dynamique. — PHILLIPS : Méth. rapide pour obtenir un coeff. de corrélation de Pearson. CORNTHWAITE : Climat et photographie. — BOWIE : Trajets anormaux de tempêtes. — SINCLAIR : Température du sol et de l'air dans le désert. — **Supplément** n° 20 (31 mai). GREGG : Service aérologique des Etats-Unis. I. Résultats des observ. au moyen de cerfs-volants.

3° Art de l'Ingénieur

Bulletin officiel de la Direction des Recherches scientifiques et industrielles et des Inventions, n° 31 (Mai). MAURAIN : Travaux de M. Marcel Chrétien relatifs à l'application de la photographie aérienne au levé des plans. — LAPICQUE : Procédé de M. Devillers pour extraire l'iode des solutions étendues et notamment des eaux de lavage des algues marines. — POUCHOLLE : Rech. sur les transform. des aciers au carbone au cours des traitements thermiques. — COPAUX : Procédé rapide pour doser l'acide phosphorique. — LASSIEUR : Sur les alliages à très bas point de fusion. — DUPONT : Sur un asphalte artificiel à base de résine pour le revêtement des routes et autres usages. — COLIN : La migration des principes chez les plantes greffées.

Journal of the Royal Society of Arts (Londres), t. LXX, n° 3630 (16 juin). ROYAL-DAWSON : Nécessité d'une politique de chemin de fer à voie uniforme dans l'Inde entière. — N° 3631 (23 juin). HEATON : La production de l'oxyde de titane et son emploi en peinture.

Revue universelle des Mines, de la Métallurgie, des Travaux publics (Liège), 6e sér., t. XIII, n° 5 (1er juin). GUILLEMIN : Les lignes d'influence et leurs applic. — SCHLAG : Les turbines à vapeur modernes (*fin*). — HENROTTE : Essais du papier. — HUBERT : Calcul des poutres chargées irrégulièrement (*fin*).

Revue de Métallurgie, t. XIX, n° 6 (Juin). SEIGLE : Les usines d'Hagondange. — GUILLET : Les alliages de cérium. — ID. : Les alliages Mg-Cd. — MESNAGER : Déformation et rupture des solides.

4° Sciences physiques

Le Journal de Physique et le Radium, 6e sér., t. III, n° 5 (Mai). HADAMARD : A propos des notions de dimension et d'homogénéité. — DAUVILLIER : Analyse de la structure électronique des éléments. — MATHY : Induction mutuelle de deux solénoïdes à axes parallèles.

Bulletin de la Société française des Electriciens, 4e sér., t. II, n° 11 (Janv.). VEDOVELLI : Les grands problèmes actuels de l'appareillage électr. — LEBLANC FILS : Procédé Outtier pour l'amélioration du cos φ d'une installation à l'aide d'une installation de condensateurs. — N° 12 (Février). LATOUR : Les communic. téléphon. entre centrales ; téléphonie par courants à haute fréquence. — SAGET : La précipitation électr. des poussières ; son applic. à la purification industr des gaz — JANET : Remarques sur la mesure du potentiel le long des chaînes d'isolateurs. — DE LA GORCE et BAJON : L'étalonnement des wattmètres en courant alternatif.

Journal de Chimie physique, t. XIX, n° 4 (31 décembre). MOLES : Sur la densité normale de l'azote chimique. — BRINER, NIEWIAZ-KI et WISWALD : Contrib. à l'étude de la peroxydation de l'oxyde d'azote et de la récupération des gaz nitreux. — MOLES et GONZALEZ : Nouv. revision de la densité normale du gaz oxygène. — DUTOIT et GROBET : Nouv. méthode de volumétrie physico-chimique appliquée à quelques problèmes de chimie minérale. — ID. et ID. : Sur les entraînements par les précipités. — GROBET : Sur les réactions de la soude caustique avec les sels d'aluminium. — PINKUS : Les tentatives récentes de séparation des isotopes 1920-1921.

Recueil des Travaux chimiques des Pays Bas, t. XLI, n° 6 (15 juin). BECK : Les propriétés électromotrices du magnésium et l'analyse potentiométrique et thermique du système magnésium-mercure. — WIBAUT : Sur la séparation de carbone de l'oxyde de carbone au moyen de substances de contact. — VAN DUIN : L'addition de brome aux acides cinnamiques transsubstitués. I : Les acides monosulfocinnamiques. — J. OLIVIER : Note sur la chloruration du chlorure de benzyle. — SCHONEBAUM : L'action de l'ozone sur des solutions pures de lactose — KOLTHOFF : L'emploi du ferrocyanure de potassium dans les titrages potentiométriques. II. Le titrage potentiométrique du zinc.

Journal of the American chemical Society (Easton, Pa.), t. XLIV, n° 6 (Juin). HILL : Le syst. perchlorate d'Ag-eau-benzène. — SHARP et MAC DOUGALL : Méth. simple pour la titration électrométr. en acidimétrie et alcalimétrie. — DUNDON et HENDERSON : Mesure de la solubilité par l'équilibre flottant. Solubil. de l'acétate de Pb. — MC KEOWN : Infl. des électrolytes sur la solubil. des non-électrolytes. — BRINKLEY : Equilibre dans le syst. ammoniac-cyanure mercurique. — KRAUS : La constitution des subst. métall. — WYCKOFF : La structure cristall. des hexammoniates des halogénures de nickel. — HALL : La précipitation électr. des colloïdes. — KRAUS et ZEITFUCHS : L'équilibre dans les mélanges liquides d'ammoniaque et de xylène. — WYCKOFF : Composition et structure cristall. de l'hexammoniate de nitrate de Ni. — EDGAR et PURDUM : Electrolyse rapide sans électrodes rotatives. — STIEGLITZ et BROWN : Le réarrangement molécul. de la bistriphenylméthylhydrazine symétr. — STIEGLITZ : La théorie électronique de la valence appliquée aux comp. organ. — BOGUE : L'équilibre sol-gel dans les syst. protéiques. — GILFILLAN : Etudes sur la catalyse. II. Réact. de déshydratation et d'addition de l'alcool éthyl. — STEELE : L'acide abiétique et certains abiétates métall. — JOHNSON et BASS : La décompos. spontanée des imido-éthers. — BOGUE : La structure des gels élastiques. — PALMER et ADAMS : Les réact. des arsines. II. Condens. des arsines primaires aromat. avec des aldéhydes. — CONANT,

Une nouvelle formule d'étude :

Le film commenté par le livre.
Le livre illustré par le film.

Films Médicaux et Scientifiques

de Pathé Consortium Cinéma

Séries Gaston DOIN

Une collection de livres et de films publiés sous la Direction scientifique d'un Comité médical.

:: :: BOTANIQUE :: ::
:: :: ZOOLOGIE :: ::
:: BACTÉRIOLOGIE ::
:: :: CYTOLOGIE :: ::

:: :: PHYSIOLOGIE :: ::
MÉDECINE OPÉRATOIRE
:: :: NEUROLOGIE :: ::
:: CULTURE PHYSIQUE ::

PATHÉ CONSORTIUM CINÉMA
Service de l'Enseignement
67, Rue du Faubourg Saint-Martin
PARIS 10e

LIBRAIRIE OCTAVE DOIN
GASTON DOIN, Éditeur
:: :: 8, Place de l'Odéon :: ::
PARIS 6e

PRÉPARATIONS COLLOÏDALES

(Métaux Colloïdaux électriques à petits grains.
Colloïdes électriques et chimiques de métalloïdes ou de dérivés métalliques)

Electrargol	(Argent)	**Electroplatinol** . . .	(Platine)
Electromartiol. . . .	(Fer)	**Electrorhodiol** . . .	(Rhodium)
Electraurol	(Or)	**Electriridiol**.	(Iridium)
Electr-Hg	(Mercure)	**Electropalladiol** . .	(Palladium)
Electrocuprol . . .	(Oxyde de cuivre)	**Thiarsol**.	(Sulfure d'arsenic)
Electrosélénium. . .	(Sélénium)	**Collothiol**	(Soufre)

Obtenues par la méthode chimique ou par la méthode physique (électrique), les solutions colloïdales sont constituées par la suspension en milieu liquide d'une infinité de grains ultramicroscopiques, animés du mouvement brownien et présentant une charge électrique de signe défini. Grâce à la grande surface de ces grains, les colloïdes présentent un énergique pouvoir catalytique et fermentaire.

Les colloïdes possèdent d'importantes propriétés biologiques, bien étudiées depuis que l'on sait le rôle des colloïdes naturels dans la physiologie normale. Injectés à l'homme ou aux animaux, ils augmentent les oxydations et les échanges nutritifs, ils stimulent la défense contre les toxines et les fonctions d'élimination, ils provoquent un mouvement leucocytaire très marqué.

Les colloïdes sont d'un usage thérapeutique courant : les métaux (type : Electrargol) sont des médicaments antiinfectieux de premier ordre (toutes maladies infectieuses) ; on emploie certains colloïdes comme spécifiques (Electr-Hg — Electrosélénium — Electrocuprol — Electromartiol — Collothiol)

Les Laboratoires Clin préparent tous les colloïdes qu'il est possible d'obtenir dans l'état actuel de la science.

Pour l'expérimentation thérapeutique ou les usages de laboratoire, les Laboratoires Clin délivrent des préparations colloïdales pures, à constantes physiques définies.

Laboratoires CLIN, 20, rue des Fossés-Saint-Jacques, PARIS

Touristes!!! dans vos excursions emportez le VÉRASCOPE RICHARD

BREVETÉ S. G. D. G.

Quel que soit le temps, vous ferez d'admirables photographies

10, RUE HALÉVY (Opéra)

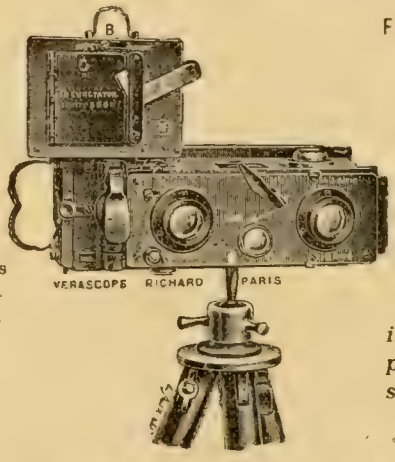
Le Vérascope est

ROBUSTE
PRÉCIS
PARFAIT
ÉLÉGANT

Les explorateurs, les coloniaux, les missionnaires, les alpinistes, les touristes, les amateurs proclament hautement que le Vérascope est la

Merveille photographique

• • • •



FORME CORRECTE
GRANDEUR EXACTE
PERSPECTIVE JUSTE
COULEUR VRAIE

Nouveauté!

MAGASIN POUR PELLICULES EN BOBINES

Breveté S. G. D. G.

interchangeable avec le magasin pour plaques et se chargeant instantanément en plein jour.

• • • •

Pour les débutants le GLYPHOSCOPE

pour plaques 45 × 107 a les qualités fondamentales du **Vérascope**

Demander les Notices illustrées, envoyées franco : 25, RUE MÉLINGUE, PARIS

Exposition et vente de dispositifs vérascopiques : 7, rue Lafayette (près l'Opéra)

Ancienne Maison Ch. VERDIN, ✻, ✪, ✠

G. BOULITTE, Succ

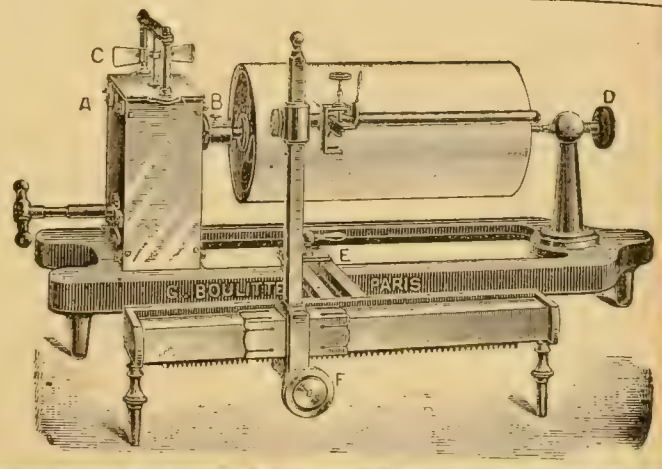
Ingénieur-Constructeur à PARIS

15 à 21, rue Bobillot, PARIS (13e)

(anciennement 7, rue Linné)

Appareils de précision pour la PHYSIOLOGIE et la MÉDECINE

ENREGISTREURS, MOTEURS ÉLECTRIQUES A VITESSE CONSTANTE, CHRONOGRAPHES, CHRONOSCOPES, SIGNAUX ÉLECTROMAGNÉTIQUES DE M. DEPREZ, ÉLECTRODIAPASONS, MANOMÈTRES, DYNAMOMÈTRES, SPHYGMOGRAPHES, ETC.



Kahn, Fieser et Kurtz : Etude électrochim. de la réduction réversible des comp. organ. — Voorhees et Adams : L'emploi des oxydes de Pt pour la réduction catalyt. des comp. organ. I.

Zeitschrift fur Elektrochemie und angewandte physikalische Chemie (Leipzig), t. XXXVIII, nos 9-10 (1er mai). Zschimmer : Constantes naturelles et constantes techniques des verres. — Koenig et Hubbuch : Sur la formation de HCN à partir de l'azote et des hydrocarbures dans l'arc électr. — Skrabal : La réaction de Landolt. — L'activité du Physikal.-techn. Reichsanstalt en 1920. — Nos 11-12 (1er juin). Herz : L'entropie des éléments et le syst. périodique. — Njegovan : La modific. d'entropie dans la détente sans travail des gaz comprimés. — Arndt et Hantge : Rech. sur la fabric. électrolyt. du perborate de Na. — Grube : Sur le comportement chim et électrochim. des sels de l'ac. plombique. — Ryschkewitsch : La conductibil. électr. du graphite comprimé. — Von Antropoff : Appar. modèle pour l'electrolyse des chlorures alcalins avec cathodes de mercure.

Chimie et Industrie, t. VII, n° 5 (Mai). E. Rengade : Sur les équilibres de double décompos. entre les sels solubles et sur quelques-unes de leurs applic. — Gay : Sur la distill. d'un mélange de benzène, toluène et *m*-xylène. — Ch. Berthelot Proc. modernes pour le traitement du lignite et de ses dér. — J. de Vilmorin : De l'aide que peut apporter la chimie dans la sélection et l'amélioration des plantes. — Blanchetière : L'alimentation dans ses rapports avec le besoin qualitatif d'azote et les facteurs accessoires de la nutrition. — Grandmougin : La chimie de l'anthraquinone (*suite*). — Depasse : L'industrie de l'extrait de réglisse. — Lipman : L'industrie des engrais aux Etats-Unis.

5° Sciences naturelles

Comptes rendus de la Société de Biologie, t. LXXXVI, n° 18 (20 mai). Bru : Action de l'adrénaline sur les échanges respiratoires et azotés des 24 heures. Importance de la voie d'administration. — Camus, Roussy et Le Grand : Etude anatomopatholog. des lésions expérim. provoquant le syndrome polyurique et le syndrome adiposo-génital chez le chien. — Dévé : Echinococcose cérébrale intraventriculaire. — Dorlencourt, Trias et Paychère : Stabilisation du taux de la glycémie chez le chien durant le sommeil chloralosique. — Génieys : Sur le déterminisme des variations de la coloration chez un Hyménoptère parasite. — Jeanbrau et Cristol : Etude de la crase sanguine

dans un cas d'anurie lithiasique. — LAUNOY et FALQUE : Applic. de la réaction de l'antiprotéase à l'identification de souches de *Proteus*. — LÉVI : Anaphylaxie, colloïdoclasie, corps thyroïde. — PIÉRON : La règle de Van't Hoff et les temps de réaction des Actinies. — POISSON : Sur l'appareil d'accrochage des ailes chez les Hémiptères aquatiques. — REGAUD : Distribution chronologique rationnelle d'un traitement de cancer épithélial par les radiations. — RETTERER et VORONOFF : Effets locaux et généraux dus à la résection des canaux déférents. — ROMIEU : Sur l'existence de la strie bordante dans les hématies de l'homme. — ID. : Sur l'existence de la strie bordante et d'autres formations filamenteuses dans les globules rouges des Invertébrés. — SAZERAC et LEVADITI : Action de certains dérivés phénoliques du bismuth sur la syphilis. — BARD : De l'ectopie susdiaphragmatique de l'estomac. — BECKERICH et FERRY : A propos d'un cas de bronchite sanglante de Castellani. — BENOIT : Sur la fixation et la coloration du chondriome. — BOREL et COULON (de) : Action du glycogène et du glycocène iodé sur les tumeurs greffées de la souris. — WORINGER : La perméabilité intestinale pour le saccharose. — BACHMANN et AQUINO : Sur le bactériophage. — CASTRIGTS : Influence de divers aliments hydrocarbonés sur la glycémie. — GIUSTI et HOUSSAY : Le rôle de l'hypophyse et du cerveau dans la production des altérations cutanées chez le crapaud. — HOUSSAY, HUG et MALAMUD : Hypophyse et métabolisme hydrocarboné. — MAZZA et IVANISSEVICH : Cysticerque du massétér. — PICO : Sur la nature du principe bactériophage de Twort-d'Hérelle. — ID. : Sur l'autosérothérapie intraveineuse de la maladie sérique. — VACCAREZZA : Sur la cause de la mort par les brûlures.

Comptes rendus des séances de la Société de Biologie, t. LXXXVI, n° 19 (27 mai). AITOFF : Rapports entre la réaction de fixation et celle d'agglutination dans la tuberculose. — BACHRACH et CARDOT : Infl. de l'acidité initiale et de la concentr. du milieu sur la marche de la fermentation lactique. — BIERRY, RATHERY et Mlle LEVINA : Bases adrénaliques, hyperglycémie et glycosurie. — ID. : Variations du sucre protéidique après injection d'adrénaline. — COUTARD : Sur les délais d'apparition et d'évolution des réactions de la peau et des muqueuses de la bouche et du pharynx, provoquées par les rayons X. — DÉVÉ : Echinococcose cérébrale ventriculaire expérim. — DORLENCOURT, TRIAS et PAYCHÈRE : Absorption de l'adrénaline par voie digestive. — GOIFFON et NEPVEUX : La titration des acides organiques dans l'urine. — LAVIER et BIDOT : Mycose hépatique primitive du dindon. — LEBLANC : Note sur la constitution et les dépendances du diaphragme fibreux uro-génital chez l'homme. — LE SCHUTZ et WAGNER : Nouv. observ. sur l'hypertrophie des fragments ovariens. — OLOMBEL : Le déterminisme de la procession des chenilles processionnaires du pin. — TOURNADE et CHABROL : A propos de l'expérience d'anastomose veineuse surrénalo-jugulaire. — ALEZAIS et PEYRON : Vestiges multiples du tube neural dans la queue du fœtus du veau. — HENRY : Rech. anatomo-cliniques sur les rapports entre l'évolution du corps jaune et l'apparition des règles. — LAGARDE : Sur une néoplasie ovarienne offrant des dispositions de type folliculaire. — PEYRON : Signification et origine dans les tumeurs de l'ovaire de certaines dispositions rappelant celles du cylindrome. — KOFMAN et BUJADOUX : Le réflexomètre pupillaire. — ID. et ID. : Les résultats de la réflexométrie dans l'étude du réflexe photomoteur normal. — MAIGNON : Effets cliniques de diastases tissulaires de foie, d'estomac, d'intestin, de pancréas, de rein, de cœur, de poumon. Interprétation des résultats. Discussion de l'hypothèse envisageant les substances employées comme catalyseurs biologiques. — MOURIQUAND, MICHEL et BARRE : Croissance et substance antiscorbutique. — ID. et ID. : De l'action de certains aliments gras sur le métabolisme osseux. Adjuvants et antagonistes de la substance antiscorbutique. — WEILL, ARLOING et DUFOURT : Sur l'hématologie du pigeon carencé par alimentation au riz décortiqué. — N° 20 (3 juin). ARLOING et THÉVENOT : Essais sur l'anaphylaxie chez les Bactéries. Modific. produites par passages brusques dans des milieux de cultures bouillon-sérum à des taux différents. — COMBIESCO : Sur le phénomène de d'Hérelle. — DÉVÉ : Sur la migration active des scolex échinococciques dans le tissu cérébral. — WEILL, FRANKEL et JUSTER : Les hépatites expérim. de la souris après inhalation de tétrachlorure d'éthane. — JAUBERT et LATAPIE : Dispositif spécial d'éclairage sur fond noir pour l'examen comparatif des modifications subies par les suspensions colloïdales organiques ou minérales. — LEVADITI et NICOLAU : Association entre ultravirus, cutovaccine, neurovaccine et épithélioma des oiseaux. — LIPSCHUTZ et WAGNER : L'hypertrophie des cellules interstitielles du testicule est-elle une réaction compensatrice endocrine ? — MARIE : Dosages d'urée sanguine. — MILLOT : Formation des iridocytes chez les Batraciens. — BOGER et BINET : Nouv. rech. sur la lipopexie et la lipodiérèse. — STAUB et TRUCHE : Quelques faits concernant la diphtérie aviaire. — STERN et BATELLI : La contracture par les décharges électriques. — STUMPER : L'influence de la température sur l'activité des fourmis. — TZETZU : Isolement direct sur milieu de Pétroff des bacilles tuberculeux provenant d'abcès froids. — GHEORGHIU : Infection à pneumocoques chez le cobaye. Vaccination antipneumococcique. — MARINESCO : Evolution des ferments oxydants. — ID. : Topographie des oxydases dans le système nerveux. — MIRONESCO : Rapport entre les leucocytes du sang des capillaires et ceux du sang veineux. — RADOVICI et CARNIOL : Sur un phénomène d'inexcitabilité périodique réflexe, observé sur les muscles volontaires, chez l'homme. — PAVEL : Fréquence de la réaction de Schick en Roumanie. — POPPER : Contribution à l'étude des ferments oxydants dans les leucocytes. — N° 21 (10 juin). ACHARD et BINET : Recherche clinique de l'insuffisance glycolytique par les échanges respiratoires. — BEZANÇON, MAITIEU et PHILIBERT : Autolyse des crachats tuberculeux à la température de 50°. — BOUVERON : Action d'oxydants sur la tuberculine. — DÉVÉ : Echinococcose cérébelleuse expérim. — GIRARD, MESTREZAT et MORAX : Rech. exp. sur la perméabilité des tissus vivants aux ions. — ISAIEU et TELIA : Etude sur l'herpès grippal. — LIPSCHUTZ : Sur l'hypertrophie du testicule dans la castration unilatérale. — MAWAS et TERRINES : Etude histologique d'un cas de membrane pupillaire persistante. — METALNIKOW et EPHRUSSI : Phagocytose et virulence des microbes. — MILLOT : Contrib. à la physiologie du pigment purique chez les Vertébrés inférieurs. — PANISSET et VERGE : Les injections de lait dans le traitement des maladies des animaux. — WEILL, ARLOING et DUFOURT : Essai de traitement de la carence du pigeon par des cultures mortes ou vivantes de microbes intestinaux. — KLING, DAVIDE et LILJENQUIST : Considérations générales sur l'encéphalite épidémique expérim. chez le lapin. Virus d'origine intestinale. Virus herpétique et virus encéphalitique. — BESSEMANS : Concordance relative et défectueuse de la réaction de Gaté-Papacostas avec la réaction de Wassermann; sa non-spécificité vis-à-vis des sérums syphilitiques. — ID. et LEEYNEN : La formolgélification chez quelques sérums d'animaux. — BRUYNOGHE et APPELMANS : La neutralisation des Bactériophages de provenance différente. — DE WILDEMAN : Sur la transformation des fleurs hermaphrodites en fleurs mâles chez un plant cultivé d'une espèce du genre *Haemanthus* L. — FABRY : Note sur le colibacille modifié ne produisant plus d'indol. — FIRKET : Rech. sur la différenciation des mégacaryocytes et leurs fonctions. — ID. : Rech. sur la régénération des plaquettes. — FREDERICQ et MÉLON : Action antagoniste de la caféine et de l'adrénaline sur l'intestin grêle isolé. — GRATIA et JAUMAIN : Réaction de fixation de l'alexine et spécificité antigénique des principes lytiques. — LE FÈVRE DE ARRIC : Rech. sur l'action de la papavérine sur la motilité intestinale. — MICHELS : Genèse hétéroplastique des labrocytes (*mastzellen*) chez les vertébrés inférieurs. — ID. : Les labrocytes chez les poissons. — ROSKAM : Le rôle du plasma dans l'agglutination des globulins (plaquettes); à propos de la note de M. P. Govaerts. — ID. : Pathogénie des hémorragies incoercibles des purpuriques. — SUMMER : Sur le cytozyme retiré des graines de *Canavalia ensiformis*.

Bulletin du Muséum National d'Histoire Naturelle, t. XXVII, n° 7. F. HENNEGUY, E. L. BOUVIER : Discours prononcés aux obsèques de M. Edm. Perrier. — CH. GRAVIER : En souvenir de M. Edm. Perrier. — H. NEUVILLE : S. une anomalie lobaire du poumon humain. — L. SÉMICHON : Sur la distinction de différentes sortes de nucléoles dans l'œuf ovarien. — A. MOUQUET : Observ. de Ménagerie. — F. ANGEL : Sur un Ophidien mélanique de France, appartenant au g. *Tropidonotus*. — P. CHABANAUD : Mission P. Chabanaud en Afrique Occid^le (1919-1920) : Liste des Batraciens et des Reptiles. — L. FAGE : Sur une nouv. esp. du g. *Cryptocellus* (Arachn. *Ricinulei*) (figs.). — L. BERLAND : Travaux scient. de l'Armée d'Orient (1916-1918) : Hyménopt. fouisseurs. — G. BÉNARD : Descr. d'une nouv. esp. de *Polyhirma* de l'Angola [*Col. Carabidæ*]. — G. PORTEVIN : Sur qq. Silphides et Liodides de la Collection Grouvelle. — Ch. P. ALEXANDER : Undescribed Crane-Flies in the Paris Museum (*Tipulidæ*, *Diptera*), Part III (*suite*). — R. BENOIST : Descr. d'esp. nouv. d'Acanthacées d'Indo-Chine. — Mlle A. CAMUS : Sur le g. *Dichanthium* Willemet. — ID. : Un *Spodiopogon* nouv. d'Asie. — H. CHERMEZON : Sur qq. Cypéracées nouv. du centre de Madagascar. — D. BOIS : Floraisons obs. dans les serres du Muséum : 2e semestre 1921. — A. GUILLAUMIN : Contrib. à la flore de la Nouvelle-Calédonie : XXXVI. Plantes recueillies par M. Franc. — J. GÉRÔME : Essais de culture de Pomme de terre au Muséum. — R. CHARPIAT : Obs. s. qq. *Ptychopotamides* Sacco de l'Eocène. — P. SERRE : Exploit. d'une mine de charbon au Costa-Rica. — L. BOURGEOIS : Sur un procédé simple pour obtenir du gypse. — P. H. FRITEL : Contrib. à l'ét. des flores tertiaires d'ap. les matériaux du Muséum. — T. XXVIII (1922), n° 1. H. NEUVILLE : Sur l'app. respir. des Cétacés. — A. MOUQUET : Contractions musculaires cloniques chez l'Eléphant. — Présentation de molaires d'Eléphant. — F. ANGEL : Sur une collection de Reptiles et de Batraciens recueillis au Soudan français par la Mission du Dr Millet-Horsin. — G. BÉNARD : Descr. d'une esp. nouv. de *Polyhirma* [Col. *Carabidæ*]. — Ed. FLEUTIAUX : Descr. de Coléopt. nouveaux (*Cicindelidæ*, *Trixagidæ* et *Elateridæ*) recueillis dans l'Angola par la Mission Rohan-Chabot. — M. PIC : Coléopt. Malacod. nouv. des Coll. du Mus. — G. PORTEVIN : Sur qq. Silphides et Liodides de la collection Grouvelle. — Ed. LE CERF : Descr. de deux Lépidopt. africains nouv. [*Erycinidæ*, *Agaristidæ*]. — V. LALLEMAND : Homoptères nouveaux. — M. BEZZI : Sur la présence en Algérie du *Sphyrarcephala Hearseiana* Westw. de l'Inde et sur la synon. de ce Diptère. — Ch. P. ALEXANDER : *Id.* Part IV (*suite*). — A. BAVAY : Marginelles nouvelles de la collection Jousseaume. — Ed. LAMY : Sur les esp. rangées par Lamarck dans son g. *Venerupis*, 1818. — H. LECOMTE : Deux Sapotacées nouv. de Madagascar. — FR. PELLEGRIN : Plantes nouv. récoltées de 1907 à 1919 dans le Mayombe Congolais. — R. BENOIST : Descr. d'esp. nouv. du g. *Strobilanthes* (Acanthacées). — Mlle A. CAMUS : Un g. nouv. de Bambusées. — A. GUILLAUMIN : Contrib. à la flore de la Nouvelle-Calédonie : XXXVII. Plantes recueillies par M. Franc. — Notice complémentaire sur le jardinier Delahaye (*alias* Lahaye). — J. GÉRÔME : Essais de culture de Pomme de terre au Muséum (*suite*). — La reprod. par voie sexuée et la conserv. de la panachure chez certains végétaux. — P. H. FISCHER : 2e Note sur un Crustacé Décapode des terrains juras-

siques. — P. H. Fritel : Contrib. à l'ét. des flores tertiaires d'après les matériaux du Muséum. — N° 2. H. Neuville : La glande iléo-cœcale des Girafes. — A. Mouquet : 2° Note sur la typhose aviaire. — F. Angel : Sur un Lézard d'un g. nouv. de la f. des *Gerrhosauridæ*. — L. Fage : S. les Langoustes (g. *Palinurus*) de la côte Est de l'Atlantique. — M. Pic : Coléopt. Malacod. nouv. des Coll. du Muséum. — Fd. Le Cerf : Descr. d'Hespérides nouv. — L. Berland et L. Chopard : Travaux scient. de l'Armée d'Orient (1916-1918) : Orthoptères. — V. Lallemand : Homopt. nouv. (*suite*). — Ed. Lamy : Notes sur les esp. Lamarckiennes de *Teredo* (Taret). — H. Lecomte : Au sujet du *Faguetia*, Anacardiacée de Madagascar. — Une Sapotacee de Madagascar en voie de disparition. — R. Benoist : Descr. d'esp. nouv. du g. *Strobilanthes* (Acanthacées). — J. Cardot : Notes s. des esp. asiatiques des g. *Stranvaesia*, *Raphiolepis*, *Amelanchier*, *Osteomeles* et *Parinarium*. — M. Denis : Une nouv. Euphorbiée africaine : *Monadenium Letestuanum* n. sp. — A. Guillaumin : *Id.*, XXXVIII (*suite*). — R. Abrard : Qq. obs. sur la géologie de l'île de Lemnos, d'ap. la coll. du Dr Joly. — P. H. Fritel : *Id.* (*suite*).

Bulletin de l'Institut océanographique (Monaco), n° 409 (5 avril). Palitzsch : Détermin. des ions H de l'eau de mer par la méth. colorimétr. — N° 410 (10 mai). Cotte : Etudes sur le comportement et les réactions des Actinies. — N° 411 (30 mai). Epry : Contrib. à l'étude des ripple-marks. — N° 412 (5 juin). Turchini : Note histolog. sur l'excrétion du noir de la Seiche. — N° 413 (20 juin). Richard et Sirvent : Liste des operations faites dans les parages de Monaco à bord de l'*Eiaer* et du *Sténo* pend. l'année 1910.

Journal of Genetics (Londres), t. XII, n° 1 (Avril). Collins : Variegation et son hérédité chez le *Chlorophytum elatum* et le *Chl. comosum*. — Tammes : Analyse génétique, schèmes de coopération et allélomorphes multiples chez le *Linum usitatissimum*. — Vavilov : La loi des séries homologues dans la variation. — Onslow : Hérédité de la couleur « acier » de la robe chez les lapins.

Journal of Ecology (Londres), t. IX, n° 2 (Févr.). Adamson : Etudes sur la végétation de la craie anglaise. I. Les terrains boisés de Ditcham Park (Hamps). — Salisbury : Stratification et conc ntr. en ions H du sol en relation avec le lessivage et la succession des plantes. — Pearsall : Hypothèse sur les facteurs influençant la distrib. de la végétation flottant librement. — Melin : Sur les mycorhizes du *Pinus silvestris* et *du Picea abies*.

Annals of applied Biology (Londres), t. IX, n° 1 (Avril). Lloyd : Le contrôle de la mouche blanche des serres (*Asterochiton vaporarium*) ; notes sur sa biologie. — Goodey : Observ. sur la larve enkystée de quelques Nématodes parasites. — Lees : Caractère de la feuille chez les cassis intervertis. — Jackson : Nouv. observ. sur le *Litones lineatus*. — Rushton : Contrib. à la biologie des poissons d'eau douce. I. Effets de diverses impuretés dans un cours d'eau sur la vie des spermatozoaires de la truite et de la jeune truite. II. Problèmes biolog. relatifs à l'élevage des truites.

Bulletin of the Geological Institution of the University of Upsala (Upsal), t. XVIII. Hogbom : Vie et œuvre de H. Sjogren. — Nathorst : Quelques feuilles de *Psygmophyllum* du Dévonien du Spitzberg. — Wiman : Quelques reptiles du groupe de Niobrara au Kansas. — Id. : Sur la ceinture pelvienne du *Stenopterygius quadriscissus*. — Palmgren : Contrib. à la connaissance de la hornblende de l'eulysite suédoise. — Sobral : Rech. optique de la nouv. espèce de pyroxène, la sobralite. — Frodin : Sur la géologie de la haute chaîne du centre de la Suède. — Id. : Sur les analogies entre les portions écossaise et scandinave de la chaîne calédonienne. — Hogbom : Sur quelques actions géolog. et biolog. remarquables des solutions sulfatées sur les eaux humiques.

The Journal of Agricultural Science (Londres), t. XII, part 1 (Janv.). Newton : Etude compar. des variétés de blés d'hiver. — Goodey : Susceptibilité du trèfle et d'autres légumes à la maladie de la tige causée par l'anguillule (*Tylenchus dipsaci*, syn. *devastatrix*). — Salaman et Lesley : Etudes de génétique sur les pommes de terre ; stérilité. — Crowther et Woodman : Etude du métabolisme de l'azote de la vache laitière. — Armstrong : L'hérédité mendélienne de la susceptibilité et de la résistance à la rouille jaune (*Puccinia glumarum*). — Woodman et Hammond : Composition d'un fluide obtenu des pis de génisses vierges.

University of California Publications in Zoology (Berkeley), t. XX, n° 10 (8 mai). Mc. Donald : Sur le *Balantidium coli* (Malmsten) et le *B. suis* (sp. nov.), et leur appareil neuromoteur. — N° 13 (20 mai). Swezy : Mitoses dans les stades enkystés d'*Endamoeba coli* (Loesch).

Journal of the Royal Anthropological Institute (Londres), t. LI part. II (Juill.-Déc. 1921). Balfour : L'arc des archers dans les poèmes d'Homère. — Hasluck : Tribus hétérodoxes de l'Asie mineure. — Gladstone : Descript. d'un crâne humain, dragué dans le lit de la rivière Trent, et compar. avec les crânes anglais anciens et modernes. — Torday : Culture et milieu : différences de culture dans les diverses branches des Batekla. — Moir : Un atelier chelléen-paléolithique dans le « Forest-bed » pliocène de Cromer. — Brown : Rites de la circoncision chez les tribus Bechuana. — Lyons : Croyances animistes et spiritualistes de la tribu des Bivia (Papouasie occid.). — S. et K. Routledge : Quelques restes archéologiques des îles de la Société et australes.

The British Journal of Psychology (Londres), **Section générale**, t. XII, n° 4 (Avril). Oakden et Sturt : Le développ. de la connaissance du temps chez les enfants. — Lippman : L'école au service des études vocationnelles. — Gardiner : La définition du mot et la sentence. — Hartridge : Réclamation au sujet de l'hypothèse de l'audition par résonance. III. — Richardson : Méth. pour déterminer les vrais coeffic. d'intelligence des adultes de Stanford-Binet.

6° Sciences médicales

Bulletin de l'Academie de Médecine, t. LXXXVII, n° 21 (23 mai). Menetrier, Isch-Wall et Sermont : Un cas de toxi-infection d'origine alimentaire à forme de cholécystite aiguë et causé par le paratyphique. — Klippel : Historique d'une des grandes lois de la pathologie nerveuse. — Josué : Technique des autopsies du faisceau auriculo-ventriculaire. — N° 22 (30 mai). Bazy : Sur la lithiase biliaire au point de vue chirurgical. — Legry : Abcès fiévreux du foie. — N° 23 (6 juin). Tuffier : Traitement des fibromes (Irradiation et énucleation). — Janowski : Le mécanisme de l'augmentation de la vitesse du pouls dans divers états morbides. — Arloing et Langeron : Choc anaphylactique expérim. par la voie respiratoire. — Guinon, Ribadeau-Dumas et Vincent : Un centre d'élevage de nourrissons en placement familial. — Abadie et Argaud : L'écrasement en chirurgie gastro-intestinale. — Roussy : Le rôle du facteur terrain dans la production expérim. du cancer par le goudron. — N° 24 (13 juin). Etienne et Vérain : L'hyperfonctionnement rénal compensateur au début de la décompensation cardiaque. Les constantes uréo-sécrétoires basses au cours des cardiopathies. — Laurent : La fiche sanitaire individuelle et l'Institut de la prévoyance médicale. — Nattan-Larrier : Les lésions du canal thoracique dans la filariose. — Aug. Pettit : Sur un épithélioma à cellules à ponts et à globes cornés développé dans un goitre. — Chavannaz : Un symptôme exceptionnel : le bruit de chaînon, au cours de l'évolution d'un kyste hydatique du foie. — Grenet, Drouin et Richon : Emploi du ditrioxybismuthobenzol sodique en thérapeutique antisyphilit.

Annales de l'Institut Pasteur, t. XXXVI, n° 5 (5 mai). Noc et Jouenne : Les mycétomes à grains noirs du Sénégal. — Sanarelli : De la pathogénie du choléra : le « choléra intestinal » des jeunes chiens. — Masaki : Du mécanisme de l'infection cholerique et de la vaccination contre le choléra par la voie buccale. — Kirchensteins : Sur la structure et le mode de développement du bacille tuberculeux. — Veillon : Sur quelques microbes thermophiles strictement anaérobies. — Violle : Le microbe de la gomme du sucre. — Viala : Les vaccinations antirabiques à l'Institut Pasteur en 1921.

Bulletin de l'Office international d'Hygiène publique, t. XIV, n° 4 (Avril). La lutte contre la tuberculose, les maladies vénériennes et d'autres maladies infectieuses en Ecosse, au 31 déc. 1920. — La santé publique en Irlande, ainsi que la lutte contre la tuberculose et les maladies vénériennes au 31 mars 1920. — Le logement ouvrier en France depuis la guerre.

Revue de Microbiologie et d'Epidémiologie (Saratov, Russie), t. I, n° 1 (1922). S. Nikanoroff : Les souris comme porteurs de la peste. — F. Kitaeff et I. Joff : Doubles infections d'érythrocytes et leur rapport avec la parthénogenèse des macrogamètes en cas de *Malaria tertiana*. — A. Lavrinovitch et N. Sirotinine : Qq. observ. sur les gonocoques : I. La question de l'involution des gonoc. — Id. et R. Felix : *Id.* II. La biologie des gonocoques. — I. Joff : Sur la méthode d'examen du sang dans la « goutte épaisse ». — W. Losanoff : De la méthode rapide et simple de color. de *Spirocheta pallida*. — S. Nikanoroff : L'épidémie de peste dans le rayon de Talovka de Kirghiz du mois d'août 1921 au mois de janvier 1922.

Archives internationales de Pharmacodynamie et de Thérapie, t. XXVI, fasc. III-IV. Tocco : Sur l'empoisonnement par le *Carlina gummifera*. II. Rech. pharmacolog. sur le principe actif du *C. gummifera* (atractylate de K). III. Rech. pharmacolog. sur le carlinate de K. — Corridi : Sur un nouv. composé de l'hexaméthylènetétramine avec l'ac. sulfosalicylique. — Van den Eeckhout : Contrib. expérim. au sujet des effets de l'arsenic sur la croissance et le développem. des os. — Maisin : Les bactériophages. — Mancini et Guidi : Etude expérim. sur l'intoxication par le nitrobenzol. — Macht : Examen pharmacolog. de l'alcool isopropyl. — Benedicenti et Rebello-Alves : Sur la cataphorèse électr. des métallo-albumines obt. par traitement avec les poudres métall. — Garello : Contrib. à la toxicologie et à la pharmacologie de fleurs de *Sophora japonica*.

7° Géographie et Colonisation

La Géographie, t. XXXVII, n° 5 (mai). Charcot : Les croisières du « *Pourquoi pas* » en 1921. Rockall et l'étude géologique de la Manche occidentale. — Ancel : La Géographie de l'histoire. — Sten de Geer : La distribution de la population en Suède.

Annales de Géographie, t. XXXI, n° 171 (15 mai). Rouch : Carte des amplitudes moyennes de marées. — Demangeon : Géographie militaire et géographie politique. — Lucius : Le vignoble alsacien. — Choveaux (Mlle) : La Forest of Dean. — Kayser : Varna. — Gallois : L'Extrême-Orient et le Pacifique. — Chartron (Mlle) : La pêche à Quiberon. — Faucher : La production des fruits et des légumes dans le département de Vaucluse. — Demangeon : L'état économique de l'Allemagne. — Walther Penck : La bordure méridionale de la Puna de Atacama.

CHEMINS DE FER DE PARIS A LYON ET A LA MÉDITERRANÉE

Route des Alpes et du Jura

La plus merveilleuse excursion de montagne

DE NICE AU BALLON D'ALSACE

par les services automobiles P.-L.-M

Les services automobiles de Tourisme de la route des Alpes et du Jura fonctionnent cette année à partir du 1er juillet, sur l'ensemble du parcours de Nice au Ballon d'Alsace par Barcelonnette, Briançon, Le Lautaret, Grenoble, la Grande-Chartreuse, Aix-les-Bains, Annecy, Combloux, Saint-Gervais, Chamonix, Evian, Genève, Le Pailly, le Col de la Faucille, Morez, Champagnole, Besançon, Belfort, magnifique route de 1.200 kilomètres pouvant être parcourue en 9 étapes.

Entre Briançon et Chamonix, les touristes pourront suivre un autre itinéraire par le col du Galibier, Saint-Jean-de-Maurienne, Albertville et les Gorges de l'Arly.

Aux services automobiles de la route des Alpes et du Jura, se rattachent de nombreux services annexes permettant d'excursionner dans le Briançonnais, le Vercors, le Trièves, le Massif de la Chartreuse, la Maurienne, la Tarentaise, la Vallée de la Valserine (circuit de l'Ain : Genève, Chézery, Saint-Germain-de-Joux, la Faucille, le Pailly, Gex, Genève) et du Doubs (circuit du Doubs : Besançon, Malbuisson, Les Pargots, Consolation, Besançon).

Cette importante organisation, qui forme aujourd'hui à elle seule un réseau de 3.700 kilomètres, comporte, en 1922, des créations très intéressantes :

Le service Briançon-Vallouise-l'Argentière-la-Bessée, qui donne, en ce dernier point, de bonnes correspondances de trains aux personnes allant villégiaturer en Vallouise :

Le service Grenoble-La Bérarde, par Bourg-d'Oisans, la Vallée du Vénéon et la nouvelle route de Saint-Cristophe-en-Oisans;

Les services Bourg-Saint-Maurice-Les Chapieux et Saint-Gervais-Les Contamines, qui permettent de faire facilement, de part et d'autre, l'excursion ou le passage du Col du Bonhomme ;

Le service Brides-les-Bains-Courmayeur par Moutiers-Salins, Bourg-Saint-Maurice et le Petit Saint-Bernard.

CHEMIN DE FER DE PARIS A ORLÉANS

Saison Thermale

à

Saint-Nectaire par Le Mont-Dore

Services automobiles en correspondance au Mont-Dore avec les trains express de ou pour Paris-Quai d'Orsay

Service de nuit. — A) Du 25 au 30 mai. — Paris départ 18 h. 35, Le Mont-Dore arrivée 6 h. 10, Saint-Nectaire arrivée 8 h. 15.

Voiture directe de 1re et 2e classe entre Paris-Quai d'Orsay et Le Mont-Dore.

B) Du 31 mai au 19 septembre. — Paris départ à 22 h. 05, Le Mont-Dore arrivée 7 h. 36, Saint-Nectaire arrivée 9 h. 30.

Voitures directes des 3 classes. — Wagon-Lits avec couchettes entre Paris-Quai d'Orsay et le Mont-Dore.

Service de jour. — Du 1er juin au 25 septembre. — Paris départ 8 h. 15, Le Mont-Dore arrivée 18 h. 20, Saint-Nectaire arrivée 20 heures.

Voitures directes des 3 classes. — Wagon-Restaurant entre Paris-Quai d'Orsay et Eygurande.

Prix total par place et par voyage simple au départ de Paris-Quai d'Orsay pour Saint-Nectaire : 1re cl. 106.95, 2e classe 73.90, 3e classe 50.65.

Billets directs et enregistrement direct des bagages de Paris-Quai d'Orsay pour Saint-Nectaire.

CHEMIN DE FER DE PARIS A ORLÉANS

Relations directes entre Paris-Quai d'Orsay et Barcelone.

Billets directs simples et d'aller et retour (1re, 2e et 3e classes).

Enregistrement direct des bagages.

Voitures directes. Wagons-Lits. Wagons-Restaurant.

1° Par Limoges-Toulouse-Narbonne

ALLER

Express. — Départ. — Paris-Quai d'Orsay 21 h. 30 (Wagon-Lits et Voitures directes toutes classes de Paris à Port-Bou). Arrivée. — Barcelone 19 h. 25 (voitures de luxe sur le parcours espagnol). Arrivée. — Barcelone 22 h. 24 (toutes classes).

Express. — Départ. — Paris-Quay d'Orsay 10 heures. (Wagon-Restaurant de Paris à Toulouse). Arrivée. — Barcelone 7 h. 42 (toutes classes).

RETOUR

Express. — Départ. — Barcelone 5 h. 40 (toutes classes). Départ. — Barcelone 8 h. 50 (voitures de luxe sur le parcours espagnol). Arrivée. — Paris-Quai d'Orsay 8 h. 54 (Wagon-Lits et voitures directes toutes classes de Cerbère à Paris).

2° Par Tours-Bordeaux-Narbonne

ALLER

Express. — Départ. — Paris-Quai d'Orsay 8 h. 25 (Wagon-Restaurant de Paris à Bordeaux). Arrivée. — Barcelone 7 h. 42 (toutes classes).

RETOUR

Express. — Départ. — Barcelone 17 h. 25 (Wagon-Restaurant de Bordeaux à Tours). Arrivée. — Paris-Quai d'Orsay 17 h. 40 (toutes classes).

LIVRES REÇUS

Tous les livres reçus par la Revue *sont signalés sous cette rubrique avec une brève indication de leur contenu, sans préjudice de l'analyse critique dont ils pourront être ultérieurement l'objet dans la partie bibliographique de la* Revue.

1° Sciences mathématiques

JUVET (G.) : *Introduction au Calcul tensoriel et au Calcul différentiel absolu.* Préface de M. J HADAMARD. 1 vol. in-8° de 105 p. avec fig. (Prix : 12 fr.). Librairie scientifique Albert Blanchard, 3, place de la Sorbonne, Paris, 1922.

Ce petit livre est un exposé des méthodes qui se rattachent au calcul différentiel absolu et au calcul tensoriel, algorithmes voisins qui forment l'essentiel de la structure mathématique des théories einsteiniennes.

JACQUINOT (O.) et **GALLIOT** (F.) : *Navigation intérieure. Canaux* 1 vol. gr. in-8° de 600 p. avec 244 fig. des *Grandes Encyclopédies industrielles* (Prix : broché, 45 fr. ; relié, 55 fr.). J. B. Baillière et fils, Paris, 1922.

Ce cours, professé à l'Ecole des Ponts et Chaussées, s'adresse à la fois aux ingénieurs qui ont à construire des canaux de navigation, à ceux qui sont chargés de les entretenir et à ceux qui ont à édifier des constructions supportant une charge d'eau.

2° Sciences physiques

BERGSON (H.) : *Durée et simultanéité. A propos de la Théorie d'Einstein.* 1 vol. in-18 de VIII-245 p. de la *Bibliothèque de Philosophie contemporaine* (Prix : 8 fr.). Librairie Félix Alcan, Paris, 1922.

L'auteur, analysant la considération du temps dans la théorie d'Einstein, montre qu'elle ne contredit pas, mais confirme la croyance naturelle des hommes à un temps unique et universel. Il complète par ailleurs ce qu'il a dit de la durée dans ses précédents travaux.

BOLL (Marcel) et **ALLARD** (G.) : *Cours de Chimie* (*Métaux et cations*). 1 vol. in-8° de XXIV-352 p. avec 42 fig. et 50 tableaux (Prix : 25 fr.). Dunod, Paris, 1922.

La seconde partie de ce cours (la première était consacrée à l'étude des lois générales) donne la description des éléments électro-positifs (métaux) et de leurs composés ; elle est divisée en 2 parties, suivant qu'il s'agit des propriétés des atomes et molécules, ou des propriétés des ions.

COUSTET (E.) : *Où en est la Photographie ?* 1 vol. in-8° de 282 p. avec 73 fig. de la *Collection des Mises au point* (Prix : 13 fr.). Gauthier-Villars, Paris, 1922.

Cet ouvrage est non un traité à l'usage des simples professionnels, mais un guide simple et clair indiquant l'évolution des méthodes et procédés de la photographie moderne.

3° Sciences naturelles

BOURGART (J.) : *Les confins albanais administrés par la France* (1916-1920). 1 vol. in-8° carré de 307 p. avec 82 fig. et 2 cartes dont 1 en couleurs. Librairie Delagrave, Paris, 1922.

Cet ouvrage apporte une importante contribution à la géologie, à la géographie physique, à la géobotanique et à l'anthropogéographie de l'Albanie moyenne.

COUPIN (Henri) : *Les petites idées des grosses bêtes.* 1 vol. in-18 de 320 p (Prix : 6 fr. 50). A. Fayard et Cie, 18-20, rue du Saint-Gothard, Paris, 1922.

L'auteur montre, à l'aide d'un très grand nombre de faits et d'anecdotes authentiques, le développement de l'esprit et de l'intelligence chez un certain nombre d'animaux, Mammifères et Oiseaux.

NAGEOTTE (J.) : *L'organisation de la matière dans ses rapports avec la vie.* 1 vol. in-8° de VI-560 p. avec 152 fig. et 4 pl. (Prix : 50 fr.). Librairie F. Alcan, Paris, 1922.

Dans la première partie, l'auteur recherche les principes généraux qui gouvernent l'organisation du tissu, étudie les parties constitutives de la cellule et discute les points de vue relatifs à l'essence de la vie, qui résultent des observations nouvelles ; la seconde partie est surtout documentaire et expose ses recherches sur le tissu nerveux.

STANTON (H. M.) : *The inheritance of specific musical capacities.* 1 broch. in-8° de 68 p. avec 8 fig. Bulletin 22 de l'Eugenics Record Office, Cold Spring Harbour, Long Island (N.Y.), 1922.

Etude de l'hérédité des capacités musicales dans un certain nombre de familles d'artistes.

4° Sciences diverses

Board of Scientific Advice for India. Annual Report for the year 1920-21. 1 broch. in-8° de 72 p. (Prix : 12 annas). Government Printing Office, Calcutta, 1922.

Rapport sur l'activité scientifique de toutes les Institutions officielles des Indes en 1920-21.

RUSSELL (Bertr.) : *Le Mysticisme et la Logique.* Traduit de l'anglais par J. DE MENASCE. 1 vol. in-18 de 160 p. (Prix : 4 fr. 50). Payot et Cie, Paris, 1922.

Recueil d'études de l'éminent mathématicien et philosophe anglais sur : le mysticisme et la logique, la méthode scientifique en philosophie, l'idée de cause, etc.

ENDARA (Julio) ; *José Ingenieros y el porvenir de la Filosofia.* 2e édition. 1 vol. in-18 de 100 p. Agencia general de Libreria, Buenos-Aires, 1922.

Examen critique des œuvres du savant et philosophe argentin, dont les doctrines ont une si grande influence sur les jeunes générations de l'Amérique latine.

HOMO (Léon) : *Problèmes sociaux de jadis et d'à présent.* 1 vol. in-18 de 285 p. de la *Bibliothèque de Philosophie scientifique* (Prix : 7 fr. 50). E. Flammarion, Paris, 1922.

Etude d'un certain nombre de problèmes sociaux de l'époque contemporaine : crise des loyers, vie chère, impôts sur le capital et le revenu, dépopulation, tels qu'ils se sont déjà présentés dans l'histoire de l'antiquité classique.

SOMMAIRES DES JOURNAUX SCIENTIFIQUES

1° Périodiques généraux

Proceedings of the National Academy of Sciences of the U. S. of America (Easton, Pa.), t. VIII, n° 6 (Juin). BARUS : Distribution cylindr. de la résistance nodale autour d'un tuyau normal. — KING : Effets d'ionisation et d'absorption dans le four électrique. — PEARL et BACON : Etude biométr. des relations de certains viscères dans la tuberculose. — WYMAN : Effet de l'éther sur la migration du pigment des écailles et du pigment rétinien chez le Poisson *Fundulus heteroclitus.* — GILSON : Effets divers de l'adrénaline sur la migration des pigments précédents. — HOWARD : Effet accessoire de l'importation d'insectes parasites nuisibles d'une région dans une autre. — WALSH : Localisation des racines de la dérivée d'un polynôme. STRÖMBERG : Distrib. des vitesses des étoiles des types récents de spectres. — LOTKA : Contrib à l'énergétique de l'évolution. — ID. : La sélection naturelle considérée comme un principe physique.

Journal of the Washington Academy of Sciences (Easton, Pa.), t. XII, n° 12 (19 juin). PUTNAM : Les applic. de la science et de l'art de l'ingénieur dans le Service des phares aux E.-U. — WHERRY et HANN : Propriétés cristallographico-optiques du fumarate et du maléate de Ca.

Journal of the Franklin Institute (Philadelphie), t. CXCIII, n° 6 (Juin). FLETCHER : La nature de la parole et son interprétation. — WASHBURN : La Chimie physique et la Céramique. — THOMPSON : Récents progrès de l'Electrochimie appliquée. — BOGUE : Contrib. à la chimie et à la technologie de la gélatine et de la colle.

The Philippine Journal of Science (Manille), t. XX, n° 2 (Février). LEE et SHINO : Expér. de contrôle du cancer du citron au Japon. — KLEINE : Nouv. Brenthides des Philippines et du Japon. — TRELEASE : Le pouvoir de transpiration foliaire du cocotier. — LEIVA : La culture du *Leishmania infantum* et du *Leptomonas ctenocephali* sur le milieu-N triple. — BRILL et BROWN : Les propriétés digestives de la papaïne philippine. — DICKERSON : Revue de la Paléontologie philippine.

2° Art de l'Ingénieur

Bulletin de la Société d'Encouragement pour l'Industrie nationale, t. CXXXIV, n° 5 (Mai). LEINEKUGEL LE COQ : Toitures supportées par des fermes de suspension isostatiques en câbles pour hangars, ateliers, docks, etc. — SCHUBERT : Les moteurs semi-Diesel ; état actuel de leur construction et de leur utilisation.

Bulletin de la Direction des recherches scientifiques et industrielles, n° 32 (Juin). CHAUVISÉ : Essais de chauffe au mazout d'un four à porcelaine. — PAUTHENIER : Sur l'entretien des hautes tensions continues au moyen des lampes-valves. — SALLES : Note sur la précipitation électrique des poussières et des fumées. — POLACK : Objectif hyperchromatique. — Expériences d'électroculture effectuées à Bellevue en 1920-21.

Journal of the Royal Society of Arts (Londres), t. LXX, n° 3622 (30 juin). MAC MAHON : Le dessin de motifs répétés pour le travail décoratif.

Revue universelle des Mines, n° 6 (15 juin). GUILLEMIN : Les lignes d'influence et leurs applications (*fin*). — HENROTTE : Essais du papier (*fin*). — SURNY DE BONNIER : Derniers progrès dans l'industrie de l'acide sulfurique. — HUBERT : Utilisation de la vapeur des chaudières pour la force motrice et divers usages. — GILLARD : Briques de silice pour fours à coke.

3° Sciences physiques

Scientific Papers of the Bureau of Standards (Washington), n° 428 (16 janv.). KOLSTER et DUNMORE : Le radiogoniomètre et ses applic. à la navigation. — N° 429 (16 janv.). CLARK : Sur la préparation du mannose. — N° 430 (24 févr.). BREIT : Résistance à haute fréquence des bobines d'induction.

Bulletin de la Société chimique de France, t. XXXI-XXXII, n° 6 (Juin). LINDET : Notice sur la vie et les travaux de J. J. Théophile Schlœsing. — ANDRÉ : La Chimie des corps gras. — BOTOLFSEN : Contribution à l'étude du calcium-ammonium. — CANALS : Sur l'intervention du saccharose dans

ISIS

REVUE INTERNATIONALE
CONSACRÉE A
L'HISTOIRE DE LA SCIENCE ET DE LA CIVILISATION

Dirigée par **George SARTON**, D. Sc.

Associé de la Carnegie Institution de Washington
(24, Agassiz str., Cambridge, Mass. E.U.A.)

Isis est rédigée principalement en anglais. La partie essentielle en est la Bibliographie critique de toutes les publications relatives à l'Histoire, la Philosophie et l'Organisation de la Science et l'Histoire de la Civilisation. Les trois premiers volumes (1.880 pages) contiennent environ 5.620 notes bibliographiques, 312 comptes rendus et 43 articles. — **Isis** est le principal centre d'information relatif à l'Histoire et à la Philosophie de la Science et l'organe du Nouvel Humanisme. 1 vol. d'environ 600 p. (en 2 ou 3 fascicules) paraît en déans 12 ou 18 mois.

La souscription au vol. IV est ouverte. Chaque volume coûte 50 francs (éd. sur papier de Hollande à partir du tome II; 100 francs).

SOCIÉTÉ WEISSENBRUCH
49, RUE DU POINÇON
BRUXELLES (BELGIQUE)

Pour combattre
l'OBÉSITÉ
SANS NUIRE A LA SANTÉ
SANS CHANGER DE RÉGIME
employez le
FUCUS GMET

Extrait total liquide. — Sans alcool, sans acides

Littérature sur demande adressée au
LABORATOIRE GMET, 27, Fg Montmartre, PARIS-1er

CHEMINS FER DE P.-L.-M.

Relations de Paris P.-L-M., avec la Suisse, l'Italie et l'Orient par Frasne-Vallorbe et le Simplon

Rapide 1re et 2e classes Direct-Orient

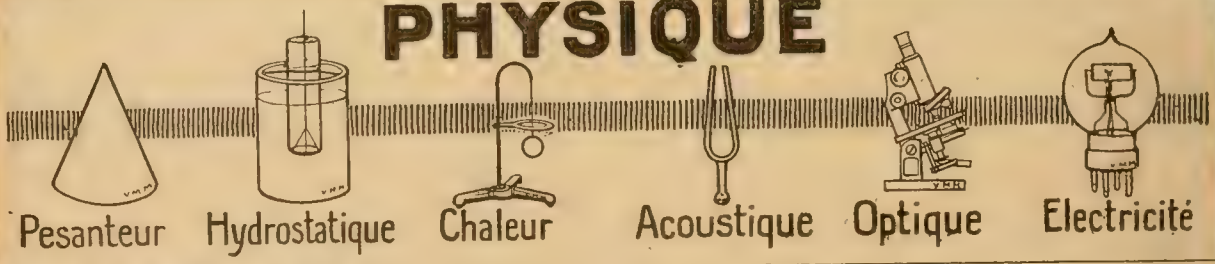
Le train rapide Direct-Orient assure dans de bonnes conditions de confort et de rapidité les relations de Paris avec la Suisse, l'Italie et l'Orient :

Paris, dép. 11 h. 50. — Lauzanne, arr. 22 h. 55. — Vevey, arr. 23 h. 52. — Montreux, arr. 0 h. 04 le lendemain. — Milan, arr. 6 h 30. — Venise, arr. 12 h. 00. — Trieste arr. 16 h 25. — Belgrade, arr. 17 h. 40 le surlendemain. — Bucarest, arr. 8 h. 15 le 4e jour. — Sofia, arr. 11 h. 00 le 4e jour. — Constantinople, arr. 18 h 30 le 5e jour.

Le train Direct-Orient comporte des places de wagon-lits : entre Paris, Trieste et Belgrade, tous les jours; entre Belgrade et Sofia, les dimanches, mardis, mercredis et vendredis; entre Belgrade et Constantinople, les lundis, jeudis et samedis.

Il comprend également un vagon-restaurant sur les principales sections du parcours, notamment entre Paris et Vallorbe; Milan et Trieste.

PHYSIQUE



V.M.M.

Bureaux } 11, rue Blainville
Ateliers } PARIS (Ve)
T. Gob. 47-64

ARGUS DES SCIENCES
Gratuit
Occasions Scientifiques

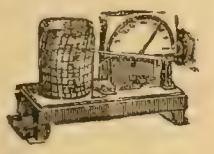
CATALOGUES

CHIMIE

Appareils de mesure et de contrôle

POUR LES SCIENCES ET L'INDUSTRIE

Thermomètre enregistreur.



Cinémomètre enregistreur.

Ampèremètre cadran.

ENREGISTREURS BREVETÉS S. G. D. G.
écrivant à l'encre leurs indications d'une façon continue sur papier se déplaçant en fonction du temps.

MÉTÉOROLOGIE
Actinomètres, anémomètres, anémoscopes, baromètres, hygromètres, pluviomètres, psychromètres, thermomètres enregistreurs.

MÉCANIQUE
Dynamomètres de traction, de rotation, enregistreurs. Indicateurs dynamométriques système Richard. Manomètres enregistreurs et à cadran. Cinémomètres enregistreurs ou à cadran donnant d'une façon absolue la vitesse en mètres par seconde ou le nombre de tours par minute d'un arbre, d'une machine, etc., etc.

INDUSTRIE
Indicateurs de niveau d'eau enregistreurs transmetteurs à distance. Hydromètres enregistreurs. Manomètres enregistreurs ou à cadran Thermomètres avertisseurs, à cadran, enregistreurs. Pyromètres, etc., etc.

ÉLECTRICITÉ
Ampèremètres et voltmètres enregistreurs ou à cadran. Wattmètres enregistreurs. Ohmmètres. Boîtes de contrôle, etc.

PHOTOGRAPHIE
Le **Vérascope**, Le **Glyphoscope**, Le **Taxiphote**, brevetés S. G. D. G.
(*Voir le numéro précédent.*)

Baromètre enregistreur

Manomètre enregistreur.

Voltmètre enregistreur.

OXYGÉNATEUR DE PRÉCISION du Dr Bayeux (breveté S.G.D.G.)
le seul permettant d'effectuer les injections d'oxygène avec précision et sécurité.

GRANDS PRIX aux Expositions Liége 1905, Lyon 1914
HORS CONCOURS
MEMBRE DU JURY

JULES RICHARD,

Fondateur et successeur de la Maison RICHARD Frères

25, Rue Mélingue (anc. imp. Fessart), **PARIS, XIXe**
Exposition et Vente : **10, rue Halévy** (près l'Opéra).
Envoi des Notices illustrées sur demande.

Adresse télégraph. : Enregistreur-Paris
Téléph. Nord 19.63

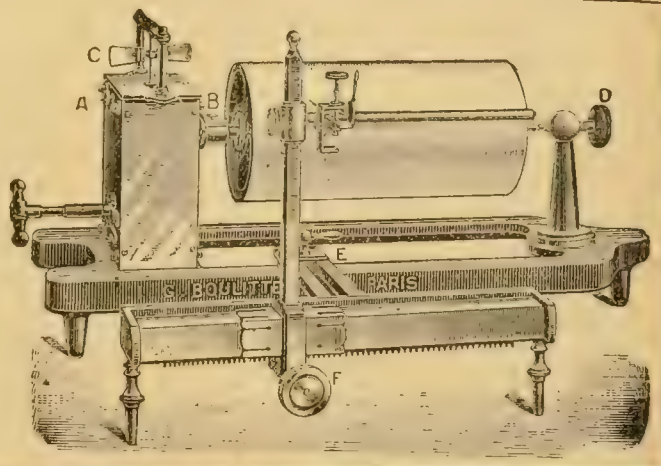
Ancienne Maison Ch. VERDIN, ✻, Q, ✠

G. BOULITTE, Succ

Ingénieur-Constructeur à PARIS
15 à 21, rue Bobillot, PARIS (13e)
(*anciennement 7, rue Linné*)

Appareils de précision pour la PHYSIOLOGIE et la MÉDECINE

ENREGISTREURS, MOTEURS ÉLECTRIQUES A VITESSE CONSTANTE, CHRONOGRAPHES, CHRONOSCOPES, SIGNAUX ÉLECTROMAGNÉTIQUES DE M. DEPREZ, ÉLECTRODIAPASONS, MANOMÈTRES, DYNAMOMÈTRES, SPHYGMOGRAPHES, ETC.



la liqueur cupro-alcaline. — Guichard : Sur une méthode d'étude statique de l'hydratation. — Mailhe : Décomposition catalytique de l'huile d'arachides. — Matignon : Réalisation économique de réactions oxydantes dans les usines d'acide nitrique synthétique. Applications. — Sanfourche et Boutin : Densités et indices de réfraction, à 15°, des mélanges eau-alcool-éther. — Wahl, Normand et Vermeylen : Sur les monochlorotoluènes.

Buletinul Societatei de Chimie din Romania (Bucarest), t. IV, nos 1 et 2 (Janvier-Avril). Marinesco : Recherches sur les ferments oxydants dans les phénomènes de la vie à l'état normal et pathologique. — Ionescu : Sur la défécation du sang en vue du dosage de l'urée. — Vintilesco et Haimann : Réaction biochimique de la farine de maïs altérée. — Jonesco et Pop : Nouv. méthode pour la recherche des pigments biliaires. — Butescu : L'analyse de l'eau minérale « Lythia ».

Chimie et Industrie, t. VIII, n° 6 (Juin). Martinet : La vanilline. — Matignon et Fréjacques : Transform. industr. de l'ammoniaque en urée, engrais de haute concentration. — Mariller : Le carburant national et l'industrie de la distillation. — Berthelot : Proc. modernes pour le traitement du lignite et de ses dérivés. — Rengade : Sur les équilibres de double décompos. entre sels solubles et sur quelques-unes de leurs applic. (*suite*). — Laffargue : Infl. de la température des fumées sur le débit d'une cheminée.

4° Sciences naturelles

Comptes rendus des séances de la Société de Biologie, t. LXXXVII, n° 22 (17 juin). Béguet et Parrot : Sur certains résultats paradoxaux de la réaction de Schick. — Brulé et Weissmann : Sur la recherche de l'urobiline dans le sang et dans la bile. — Combiesco : Sur la gélification des sérums par l'aldéhyde formique. — Despeignes : Application au diagnostic de la méningite tuberculeuse des milieux de culture électifs pour le bacille de Koch. — Id. : Sur le diagnostic rapide de la tuberculose des voies urinaires sans inoculation au cobaye. Nouveau milieu de culture plus rapide. — Dévé et Payenneville : Echinococcose et arsénobenzènes. — Id. et Billiard : Sable hydatique et radiothérapie. — Emile-Weil, Bocage et Isch-Wall : La diminution des hématoblastes dans les affections hépatiques. — Id., Id. et Id. : L'émiettement et la redissolution aseptique du caillot chez les hépatiques. — Fischer : Equilibre colloïdal du sérum sanguin. — Gautrelet : Du mode d'action physiologique de certaines substances

considérées comme agents anti-choc. Action comparée de la choline. — LAVEDAN et MONOD : Troubles cardiovasculaires déterminés par les rayons γ au cours du traitement des néoplasmes. — LEGER : Formes crithidiennes observées chez *Lyperosia thirouxi*. — ID. et BAURY : Trypanosome de l'écureuil fossoyeur du Sénégal, *Xerus erythropus*. — LIPSCHUTZ, WAGNER et KROPMAN : Nouvelles observations sur la quantité minimale de masse testiculaire suffisante pour une masculinisation complète. — MENDEL : Contribution à l'étude de l'infection streptococcique expérimentale. — MESTREZAT, GIRARD et MORAX : Recherches experimentales sur la perméabilité cellulaire. Perméabilité de la cornée de l'œil vivant. — MIGOT : A propos de la fixation des Lucernaires. — NAGEOTTE : Il n'y a pas de « substance amorphe » dans la trame conjonctive. — WEINBERG et AZNAR : Quelques faits nouveaux sur les autobactériolysines. — GAUTIER : Action de l'adrénaline sur le glycogène hépatique et sur le poids et le volume du foie chez la grenouille. — ID. : Circulation de l'adrénaline chez la grenouille après injection dans les sacs dorsaux. — JUNG : A propos du mécanisme de l'occlusion du cardia chez le cheval. — KING-SI-PIN : Influence de la périsympathectomie des vaisseaux se rendant au foie sur la pression artérielle et le nombre des leucocytes. — MAIGNON : Les insuffisances fonctionnelles dans l'avitaminose. — MOURIQUAND, MICHEL et NICODIÉVITCH : Polynévrite expérimentale par le riz décortiqué et inanition. — WEILL, ARLOING et DUFOURT : A propos du rôle de l'inanition dans la carence des pigeons soumis au régime du riz décortiqué. — ETIENNE et VÉRAIN : L'hyperfonctionnement rénal et les constantes uréo-secrétoires basses dans les phases précoces de l'hyperuricémie. — JACQUES : Le pli du sillon auriculo-mastoïdien. — LIENHART : Un orthoptère phasgonuridæ nouveau pour la faune de la Lorraine. — MATHIEU : Bilans d'élimination de l'arsenic des cacodylates par les voies intestinale et urinaire. — PARISOT et HERMANN : Action du pneumothorax artificiel expérimental sur la nutrition générale et la croissance. — BONNEFON : Recherches expérimentales sur la physiologie de l'ophtalmotonus. — BOYER : Sur des tentatives de culture de champignons lignicoles en milieux stérilisés. Réussite des cultures de *Pholiota squarrosa* Müll. — CARLES, BLANC et LEURET : Elimination des médicaments par la muqueuse intestinale. — ID., ID., ID. : Sort des médicaments injectés dans l'organisme, leur élimination, leur persistance au point d'injection. — FABRE : Polygraphe clinique universel. — LACOSTE : Un mécanisme économique d'augmentation des rayons de courbure de la voûte cranienne en voie de développement chez les Mammifères. — LOUBAT et FLYE SAINTE-MARIE : Adénome kystique des glandes sudoripares circumanales. — MASSIAS : Le séro-diagnostic de la tuberculose dans le sang et le liquide céphalorachidien avec l'antigène de Besredka. — MAURIAC et SERVANTIE : Influence de la concentration en glucose et de l'alcalinité sur la glycolyse *in vitro*. — SIGALAS et MARNEFFE : A propos de la résistance de quelques graines à de hautes températures. — ID. et PIROT : Présence de *Spirochæta icterohemorragiæ* chez les rats de Bordeaux. — VERGER, MASSIAS et AURIAT : Exagération de la tolérance aux hydrates de carbone et absence de réaction à l'extrait de lobe postérieur de l'hypophyse chez une acromégalique.

Bulletin du Muséum National d'Histoire Naturelle, 1922, n° 3. A. MOUQUET et GUYESSE-PELLISSIER : Pneumonie chronique double chez un Zèbre de Linné. — Mlle F. COUPIN : Note sur les formations choroïdiennes et le sac auditif du *Protopterus annectens* O. — CH. GRAVIER : Sur l'armature buccale du *Xenobalanus globicipitis* Steenstrup (Cirrip. operc.). — FD. LE CERF : Descr. d'en *Teracolus* nouv. (Lépidopt. Piéridé). — L. BERLAND et L. CHOPARD : Travaux scientif. de l'Armée d'Orient (1916-1918). Orthoptères (*suite*). — V. LALLEMAND : Homoptères nouveaux (*suite*). — ED. LAMY : Notes sur les esp. lamarckiennes de *Pholas*. — P. DANGUY : Contrib. à l'ét. des esp. arborescentes de Madagascar. — R. BENOIST : Descr. d'esp. nouv. de l'Amérique tropicale. — M. DENIS : Euphorbiacées malgaches. — N° 4 J. BERLIOZ : Et. de la coll. d'Oiseaux rapportée par la Mission Du Bourg-de-Bozas de l'Afrique tropicale (1902-1903). — J. PELLEGRIN : Poissons du Sénégal envoyés par le Dr Soing. — TH. MONOD : Contrib. à l'ét. faunistique des Isopodes de France. — P. LESNE : Coléopt. Buprestides nouv. de l'île Maurice. — G. BÉNARD : Mission Rohan-Chabot 1914 : Descr. de deux esp. nouv de *Polyhirma* et d'une nouv. sous-esp. d'*Anthia* (Coléopt. Carab.). — A. HUSTACHE : Diagnoses prélim. de Curculionides de Madagascar. — J. VILLENEUVE : Descr. de deux esp. nouv. de Tachinaires nord-africains. — CH. P. ALEXANDER : Undescribed Crane-Flies in the Paris National Museum (*Tipulidæ, Diptera*) : Part IV, Asiatic Sp. — V. LALLEMAND : Homoptères nouv. (*suite*). — ED. LAMY : Notes sur les esp. lamarckiennes appartenant à la fam. des *Gastrochænidæ*. — FR. PELLEGRIN : *Plantæ Letestuanæ novæ* ou Plantes nouv. récoltées par M. Le Testu de 1907 à 1919 dans le Mayombe congolais. — R. BENOIST : Descr. d'esp. nouv. du g. *Pourouma* (Moracées). — D. BOIS et J. GÉRÔME : Essais de culture de qq. var. de Soja au Jardin d'expériences du Muséum, en 1921. — P. H. FRITEL : Contrib. à l'ét. des Flores tertiaires d'ap. les matériaux du Muséum.

Bulletin de la Société botanique de France, t. LXIX, n°s 3 et 4 (Mars-Avril). SOUÈGES : Rech. sur l'embryogénie des Solanacées (Nicotianées). — DE LITARDIÈRE : Notes sur quelques *Festuca* des Alpes, des Cévennes et des Pyrénées. — GARD : Rech. sur une nouv. espèce d'Euglène. — MAHEU et GILLET : Contrib. à l'étude des lichens des îles Baléares (*fin*). — VILMORIN : Hybrides de *Primula Juliae*. — DAVY DE VIRVILLE : Note sur la dispersion du *Daphne Cneorum* dans le sud-ouest de la France. — GUILLAUMIN : A propos d'une tulipe monstrueuse. — FOURNIER (Abbé) : Les premiers dessins de Bulliard. — BATTANDIER : *Chrysanthemum gaetulum* species nova. — DISMIER : Une mousse nouvelle pour la France dans la Drôme : *Orthotrichum Schawii*, et présence aux environs de Valence des *Camptothecium aureum* et *Epipterygium Tozeri*. — NOBÉCOURT : Etude sur les organes souterrains de quelques Ophrydées de Java. — GADECEAU : Deuxième note sur la descendance d'un hybride naturel : *Chenopodium album* × *purpurescens*. — DAVEAU : *Phyllostachys aurea* Rivière. Sa floraison à Montpellier. — SOUÈGES : Rech. sur l'embryogénie des Solanacées (Hyoscyamées). — GARD : *Id.* (*suite*).

The Journal of Agricultural Science (Londres), t XII, part 2 (Avril). MURRAY : La compos. chim. des corps des animaux. — TAYLOR et HUSBAND : Effet sur la compos. pour cent du lait de variations dans le volume journalier et dans la nature de l'alimentation. — TOCHER : La solubilité citrique des phosphates minéraux. — WOODMANN : Détermin. comparatives de la digestibilité et de l'énergie métabolisable de l'avoine et de la vesce vertes, du foin d'avoine et de vesce et de l'avoine et de la vesce ensilées. — WHITTLES : Sur la classific. des sols fondée sur l'analyse mécanique. — SALAMAN : Infl. de la dimension et de la nature des graines sur le rendement en pommes de terre. — ENGLEDON et SHELTON : Sur certains attributs métriques des plantes de blé.

Bulletin de la Société zoologique de France, t. XLVII, n°s 3 et 4. P. CHEVEY : Obs sur une Perche hermaphrodite (*Perca fluviatilis* L.). — J. PELLEGRIN : Poissons de l Oubanghi-Chari recueillis par M. Baudon ; descr. d'un g., de cinq esp. et d'une var. — J. VERNE : Le rein des Poissons lophobranches. — A. VANDEL : Suppléments bibliog. à mon travail sur les modes de reprod. des Planaires triclades paludicoles. — F. HENNEGUY : La faillite de la chromatine [adresse présidentielle]. — M. PIC : Coléopt. hétéromères exotiques nouv. — L. DYÉ : Sur la recherche de gîtes d'Anophèles dans les Côtes-du-Nord. — J. R. DENIS : Sur la faune française des Aptérygotes.

5° Sciences médicales

Bulletin de l'Académie de Médecine, t. LXXXVII, n° 25 (20 juin). VINCENT : La prophylaxie de la fièvre ondulante. — LATARJET : La section des nerfs de l'estomac. — PAUCHET : Transfusion sanguine. — NEVEU-LEMAIRE : L'infestation par la voie cutanée de divers nématodes parasites de l'homme et des animaux. — N° 26 (27 juin). VAQUEZ et LECONTE : Action cardiaque de la quinidine. — RIBIERRE et GIRÓUX : Tachysystolie et fibrillation auriculaires larvées : interprétation des données cliniques et thérapeutiques. — DUMONT : Sur le régime alimentaire des diabétiques. — DUMAREST et BRETTE : Grossesse et tuberculose. — N° 27 (4 juillet). ROUSSEAU ST-PHILIPPE : De la nécessité de corriger de bonne heure, systématiquement, et par des moyens de douceur, les anomalies de l'orifice prépucial chez les nourrissons. — SARI : Le paludisme, maladie professionnelle chez les marins-pêcheurs. — DINGUIZLI : Les conceptions d'Avicenne sur la tuberculose et son traitement.

Bulletin de l'Institut Pasteur, t. XX, n° 12 (30 juin). BESREDKA : Immunité générale par immunisation locale.

Annales de l'Institut Pasteur, t. XXXVI, n° 6 (Juin). NICOLLE et CESARI : Colloïdes, catalyse, antigènes, anticorps. — BERTRAND et ROSENBLATT (Mme) : Recherches sur les variations de la teneur en manganèse des feuilles avec l'âge. — BESSON et DE LAVERGNE : Les Aertrychoses humaines. — URBAIN : De la valeur antigène de bacilles tuberculeux et d'autres microbes cultivés dans le milieu à l'œuf.

Bulletin mensuel de l'Office international d'Hygiène publique, t. XIV, n° 5 (Mai). LUTRARIO : La lutte contre la malaria en Italie. — ID : Une Ecole d'applic. de la lutte contre la malaria. — PULIDO : Le plan de lutte antipaludique en Espagne. — VIALATTE : La lutte contre la peste au Sénégal. — BÉRON : Les maladies vénériennes en Bulgarie.

6° Géographie et Colonisation

Bulletin du Comité d'Etudes historiques et scientifiques de l'Afrique occidentale française, 1922, n° 1 (Janv.-Mars). HUBERT : Notes de géophysique sur Dakar. — ROTTIER : Etudes sur le Tibesti. — VINCENTI : Coutumes attié. — DE KERSAINT-GILLY : Sur la danse en pays noir. — PRÉFONTAN : Histoire de Tombouctou de sa fondation à l'occupation française. — WIDAL : L'île d'Arguin — FAURE : Deux anciens comptoirs français de la Côte de Guinée : Anakou et Juda.

INFORMATIONS

Dons au Musée américain d'Histoire naturelle. — Le Musée américain d'Histoire naturelle, à New-York, a reçu récemment de M. J. D. Rockefeller junior la somme de 1 million de dollars, à la suite d'une minutieuse enquête faite par le donateur sur les services rendus par cette institution aux écoles publiques. Un grand banquier de New-York, M. G. F. Baker, lui a fait don également de 250.000 dollars.

Le revenu de ces donations peut être employé à étendre l'œuvre éducative directe du Musée, ou à l'aider dans ses expéditions de recherche. La plus importante de ces dernières entreprises en cours d'exécution est l'envoi d'une mission, pourvue d'automobiles de construction spéciale, pour l'exploration du grand désert de Mongolie, qui ne peut manquer de fournir une riche moisson de résultats au paléontologiste et à l'archéologue.

La sécurité des marins et des passagers en mer. — A la séance du 20 juin dernier de la Société Royale de Statistique — nous apprend notre confrère anglais *Nature* — M. J. W. Verdier a présenté une communication sur la statistique des accidents de navires et des pertes de vies humaines en mer.

L'auteur donne d'abord des estimations comparées sur les risques professionnels des marins, basées sur les morts par accidents enregistrées dans les cinq années avant 1914. La mortalité annuelle parmi les marins est de 4,05 par 1.000 hommes employés, tandis qu'elle n'est que de 1,56 pour les travailleurs du fond dans les mines de houille et de 0,59 pour les employés de chemins de fer. L'auteur calcule que le nombre de morts par million d'homme-heures de travail est de 0,97 pour les marins, 0,68 pour les travailleurs du fond dans les mines de houille et 0,20 pour les employés de chemins de fer.

M. Verdier a comparé également les accidents ayant causé la mort de passagers sur les navires à vapeur et sur les chemins de fer. En supposant que les passagers maritimes pour l'étranger sont en mer pendant 20 jours en moyenne, et que les passagers des trains ne sont en wagon que pendant 1 heure, pendant la période qui s'est terminée en 1900 le taux des décès des voyageurs par chemin de fer a été de 0,12 par million de passager-heures, tandis que pour les voyageurs maritimes il a été de 1,5, soit plus de 12 fois plus grand. Dans la période se terminant en 1910, ces chiffres ont été respectivement de 0,1 et 0,3, soit dans le rapport de 3 à 1, ce qui montre que la sécurité en mer a fait de grands progrès.

LIVRES REÇUS

Tous les livres reçus par la Revue *sont signalés sous cette rubrique avec une brève indication de leur contenu, sans préjudice de l'analyse critique dont ils pourront être ultérieurement l'objet dans la partie bibliographique de la* Revue.

1° Sciences mathématiques

LIGGINSON (Edw. W.) : *Vade-mecum de l'Inventeur. 777 inventions à réaliser.* Traduction par J. ROUSSET. 1 vol. in-8° de VII-259 p. de la *Bibliothèque des Monographies techniques* (Prix : 12 fr.). Librairie Desforges, 29, quai des Grands-Augustins, Paris, 1922.

Ce volume constitue un répertoire bien ordonné et facile à consulter des principales inventions dont la réalisation est aujourd'hui demandée dans les divers domaines de la technique.

2° Sciences physiques

RAMAN (C.V.) : *Molecular diffraction of Light.* 1 vol. in-8° de X-103 p. University of Calcutta, 1922.

L'auteur discute dans ce volume la théorie générale de la diffraction moléculaire de la lumière dans tous les milieux réfringents : gaz, vapeurs, liquides, cristaux et solides amorphes. Il y étudie divers phénomènes dans lesquels la diffraction moléculaire joue un rôle (bleu du ciel, couleur de la mer, etc.).

3° Sciences naturelles

WOODRUFF (L.L.) : *Foundations of Biology.* 1 vol. in-12 de XVIII-476 p. avec 211 fig. The Macmillan Company, New-York, 1922.

Ce volume présente sous une forme condensée les principes fondamentaux de la Biologie à l'usage des étudiants et du grand public. Les données de la Botanique et de la Zoologie sont employées conjointement pour illustrer et discuter les grands problèmes de la vie.

ROULE (Louis) : *Les poissons migrateurs, leur vie et leur pêche.* 1 vol. in-16 de 175 p. de la *Bibliothèque de Culture générale* (Prix : 4 fr. 50). E. Flammarion, Paris, 1922.

L'auteur a rassemblé ici en un corps doctrinal les principaux résultats de ses recherches sur les migrations des Poissons, en particulier le saumon, l'anguille et le thon.

VICHY-ÉTAT

Bien spécifier le nom

VICHY CÉLESTINS

Arthritisme — Goutte — Rhumatisme
Maladies des voies urinaires

VICHY GRANDE-GRILLE

Maladies du foie et de l'appareil biliaire

VICHY HOPITAL

Affections de l'estomac et de l'intestin

4° Sciences médicales

TORLAIS (J.) : *La botryomycose chez l'homme et chez les animaux (Contribution à l'étude des granulomes).* 1 vol. in-8° de 120 p. avec 7 pl. Fasc. III des *Archives françaises de Pathologie et d'Anatomie pathologique* (Prix : 16 fr.). G. Doin, Paris, 1922.

L'auteur présente l'étude clinique de 108 cas de botryomycomes, granulomes ne tendant ni à la récidive ni aux métastases. Il en donne la classification et les localisations et en étudie la nature, l'origine et le traitement.

ASHBY (H.T.) : *Infant mortality.* 2e édition. 1 vol. in-8° de XII-224 p. avec 8 fig. de la *Cambridge Public Health Series* (Prix cart.: 15 sh.). Cambridge University Press, 1922.

L'auteur discute les facteurs qui affectent la mortalité infantile, ses causes, sa distribution et les moyens de la prévenir ; en particulier l'institution des visiteurs d'hygiène, des centres de consultations infantiles, des dépôts de lait, des classes pour les mères, des crèches, etc.

SOMMAIRES DES JOURNAUX SCIENTIFIQUES

1° Périodiques généraux

Proceedings of the Royal Society of Edinburgh (Edimbourg), t. XLII, part II (Juillet). WHITTAKER : Sur le mécanisme de quantum de l'atome (avec notes de Ewing, Houstoun et Peddie). — FORSYTH : Les concomitants (y compris les invariants différentiels) des formes quadratiques différentielles à 4 variables. — ALLEN : Le caractère magnétique du quantum. — BROWN : La théorie de l'électromagnétisme dérivée du tube de Faraday. — MARSHALL : La théorie du quantum du spectre secondaire de l'H.

Bibliotheca Universitatis Liberae Polonae (Varsovie), 1922, n° 1. W. POGORZELSKI : Les propriétés du noyau résolvant de l'équation intégrale d'un problème aux limites. — N° 2. ID. : Problème de Fourier pour le milieu rayonnant. — N° 3. MYSLICKI : Jonston et de Spinoza. L'infl. supposée d'un Polonais sur de Spinoza.

Journal of the Franklin Institute (Philadelphie), t. CXCIV, n° 1 (Juillet). TAYLOR : La catalyse et les agents catalyt. dans les processus chimiques. — COMPTON : La physique du tube triode. — ECKHARDT : Chambre d'oscillographe à grande vitesse de précision. — SOUTHALL : Les surfaces et lentilles optiques aplanétiques. — BOGUE : Chimie et technologie de la gélatine et de la colle (*fin*). — FULWEILER et BARNES : Source de lumière donnant un spectre continu dans l'ultraviolet. — MC KEEHAN : La résolution du doublet K_α dans la méthode d'analyse des cristaux en poudre par les rayons X.

Archives des Sciences physiques et naturelles, t. CXXVII, n° 4 (Mai-Juin). BRASEY : Recherches sur les pertes dans le fer aux fréquences élevées par hystérésis et courants de Foucault. — GUATIER : Résumé météorologique de l'année 1921 pour Genève et le Grand Saint-Bernard.

Philosophical Magazine and Journal of Science (Londres), n° de juillet 1922. MC LEOD : Le mouvement instable produit dans un cylindre d'eau à rotation uniforme par une variation soudaine de la vitesse angulaire de la limite. — CAMPBELL : Les éléments de la Géométrie. — WRINCH : La rotation des corps faiblement élastiques. — HENDERSON : L'arrêt des particules α par la matière. — GREEN : Sur le mouvement des fluides relativement à une terre en rotation. — ANTONOFF : La tension de rupture des cristaux de sel gemme. — CAMPBELL : La mesure de la chance. — TIZARD et PYE : Expér. sur l'inflammation des gaz par compression subite. — RODGERS : Sur la vibration et la vitesse critique des rotors. — CORMACK : Analyse harmonique du mouvement transmis par un joint de Hooke. — GILL et MORRELL : Ondes électr. courtes obtenues par des soupapes. — Sir GREENHILL : Précession pseudo-régulière. — NICHOLSON : La liaison des électrons par les atomes. — BROUGHALL : Aspects théoriques du spectre du néon. — NEWMAN : Absorption de l'H par les éléments du tube à décharge électr. — CAVANAGH : Thermodynamique molécul. II. — GRAY : Le calcul des centroïdes. — TRIVELLI et RIGHTER : Rech. sur la théorie du quantum de l'exposition photograph. de Silberstein. — SILBERSTEIN : La théorie du quantum de l'exposition photograph. — GWYTHER : Discrimination analyt. des tensions élastiques dans un corps isotrope. — ROWELL : Les vibrations amorties. — BROMEHEAD : Infl. de la géologie sur l'histoire de Londres.

Revue philosophique, t. XCIV, n°s 7-8 (Juillet-Août). REICHENBACH : La signification philosophique de la théorie de la relativité. — CERF : Pour l'intelligence de la relativité. — GOBLOT : Einstein et la Métaphysique. — RICHARD-FOY : Le temps et l'espace du sens commun et les théories d'Einstein.

2° Mathématiques

Revista matematica hispano-americana (Madrid), t. IV, n° 6 (Juin). Le Prof. Sommerfeld et ses travaux. — Quelques idées élémentaires sur l'intégration et l'évaluation des aires et volumes.

Giornale di Matematica finanziaria (Turin) t. IV, n° 2 (Juin). INSOLERA : Considér. générales sur la théorie de l'amortissement (*fin*). — BONFERRONI : Sur les interpolations dans les tables financières (*suite*). — MINETOLA : La mesure des grandeurs et le problème des preuves répétées dans le calcul des probabilités (*fin*).

Bulletin of the American mathematical Society (Lancaster et New York), t. XXVIII, n° 3 (Mars). MILLER : Le groupe simple d'ordre 2520. — MILNE : Un théorème d'oscillation. — PORTER : Séries infinies à deux branches pour les intégrales de Lebesgue. — CARMICHAEL : Sur la fonction φ d'Euler. — BELL : Extensions de la multiplication de Dirichlet et de l'inversion de Dedekind.

3° Astronomie

The Observatory (Londres), t. XLV, n° 578 (Juillet). SMART : Un Univers infini. — MILNE : La température de *o*-Ceti. — DAVIDSON : L'observation du déplacement d'Einstein dans les éclipses de Soleil. — PERRINE : L'origine des comètes.

Monthly Weather Review (Washington), t. L, n° 4 (Avril). BOWIE : Formation et marche des cyclones des Indes occidentales. — HUBBARD : Notes météorolog. sur Canton. — AZZI : Le problème de l'écologie agricole.

4° Art de l'Ingénieur

Journal of the Royal Society of Arts (Londres), t. LXX, n° 3634 (14 juillet). FLETCHER : Les ressources de l'Irlande en force motrice. — N° 3635 (21 juillet). Sir ARNOLD : Peinture indienne et culture musulmane. — N° 3636 (28 juillet). HAWARD : Le problème des Galeries et Musées d'art provinciaux.

The Technology Reports of the Tohoku Imperial University (Sendai), t. II, n° 4. IWASAKI : Etude du charbon japonais (*suite*).

Revue de Métallurgie, t. XIX, n° 7 (Juillet). CLEMENTS : La pratique du four Martin en Angleterre. — SEIGLE : Remarques sur les bilans thermiques de cubilots à fonte. — GUILLET et BALLAY : Variations des propriétés dans un domaine à deux phases. — PORTEVIN : A propos de l'exposé des diagrammes

LA PUBLICITÉ
DE LA REVUE GÉNÉRALE DES SCIENCES
Assure un RENDEMENT MAXIMUM
Par la DIFFUSION du JOURNAL
dans les MILIEUX TECHNIQUES
Adressez vos demandes de Renseignements, Tarifs et Propositions
au "Sce de la Publicité" *Librairie Octave* DOIN, *8, Place de l'Odéon – Paris, 6e.*

d'équilibre des alliages binaires. — MESNAGER : Déformation et rupture des solides (*fin*). — DLOUGATSCH : Le premier Congrès des métallurgistes russes

Revue universelle des Mines, t. XIV, n° 1 (1er juillet) GUILLET : Les récents progrès de la métallographie microscopique et de la macrographie. — OLIVIER : Le dosage des petites quantités de fluor particulièrement dans les blendes et autres minerais. — BOUCHAYER : Conduites forcées pour usines hydrauliques. Les tendances nouvelles.

5° Sciences physiques

Communications from the physical Laboratory of the University of Leiden (Leyde), n° 167. TIMMERMANS, Mlle VAN DER HORST et ONNES : Points de congélation de liquides organiques purs comme repères thermométr. aux basses températures.

Scientific Papers of the Bureau of Standards (Washington), n° 431 (10 mars). BREIT : Le champ de rayonnement de deux bobines horizontales. — N° 432 (8 avril). CLARK : Méth. perfect. pour préparer le raffinose. — N° 434 (17 avril). VINAL et ALTRUP : La f. é. m. des piles aux basses températures.

Anales de la Sociedad española de Física y Química (Madrid), t. XIX, n° 187 (Nov. 1921). GARCIA BANUS et PASCUAL VILA : Etude sur les dérivés organo-magnésiens. — PINA DE RUBIES et ESTEBAN : Etude chim. et spectrochim. des minéraux bismuthiques d'Espagne.

Bulletin de la Société chimique de France, 4e sér., t. XXXIII, n° 7 (Juillet). DELANGE : De l'odeur et de ses relations avec la structure molécul. — CORNUBERT : Etude de l'oxydation permanganique de l'*αα*-allylméthylcyclohexanone. — DE POMMEREAU : Sur la réduct. par Na et l'alcool abs. de quelques comp. aromat. — DUMESNIL : Dér. du diéthylmalonate acide d'éthyle. — FOIX : Détermin. des poids moléc. au moyen de la pression osmotique. — ID. : Act. du diamant sur CO. — GUICHARD : Sur l'adsorption dans ses rapports avec la catalyse. — LANDRIEU : Nouv. genre de racémique actif. — MAILHE : Décompos. catalyt. de l'ac. oléique. — ID. : Décompos. catalyt. des ac. inférieurs. — MILBAUER et PAZOUREK : L'oxydation des sulfites en sol. conc. — MULLER et FOIX : Dosage de l'H et sa sépar. des hydrocarbures forméniques à l'aide du chlorure palladeux. — ID. et ID. : Dosage de petites quant. d'or, à l'état d'or colloïdal, par la méthode colorimétr. — SEYEWETZ et SISLEY : Anti-oxydants et antioxygènes. — SWIETOSLAWSKI et STARCZEWSKA : Sur la chaleur de combustion de l'ac. benzoïque, du sucre de canne et du naphtalène.

The Journal of the American chemical Society (Easton, Pa.), t. XLIV, n° 7 (Juillet). NEUHAUSEN : Etude de l'électrode à amalgame de Na pour la détermin. de l'ion Na. — MORTIMER : Point de fusion, chaleur latente de fusion et solubilité. — ID. : Les pressions de vapeur et les chaleurs de vaporisation des liquides non associés. — GREENFIELD et BUSWELL : Rech. au moyen de l'électrode d'H des réact. chim. impliquées dans la purific. de l'eau. — TAYLOR et HULETT : La décompos. catalyt. de certains oxydes. — NEUHAUSEN : La prépar. électrolyt. de l'amalgame de Ca. — KENDALL et FUCHS : La décompos. catalyt. de certains oxydes. — SMITH et BOORD : Les spectres d'absorption du phénylazophénol et de ses dér. — CADY, ELSEY et BERGER : La solubil. de l'hélium dans l'eau. — HALL : Détermin. de petites quant. de Mo dans le Tu. — GERMANN : Nouv. hydrate de nitrate d'uranyle. — CARLTON : La diphénylguanidine symétr. comme étalon en acidimétrie et alcalimétrie. — HARNED et SELTZ : Les activités des ions dans la catalyse homogène. — EWING et ELDRIDGE : La titration électrométr. de l'Ur avec le permanganate et le bichromate de K. — DICKINSON : Structure crist. de l'iodure de phosphonium. — GUHA : La constitution du prétendu dithio-urazol de Freund, I-II. — ORNDORFF et KELLEY : L'ac. *p*-hydroxybenzoyl-*o*-benzoïque et quelques-uns de ses dér. — PALMER : Infl. de divers antiseptiques sur l'activité de la lipase. — DATTA et CHATTERJEE : L'halogénation. XXI. Dér. des éthers carbamiques. — EVANS et HINES : L'oxydation de l'acétate en oxalate de K. — WHITMORE et MIDDLETON : Comp. organo-mercuriques prép. avec le chlorure d'*o*-chloromercuri-*p*-nitrobenzoyle. — WORRALL : Act. de l'hydroxylamine et de l'hydrazine sur les arylmonothioamides et l'acétomalonate d'éthyle. — NEIGHBORS, FOSTER, CLARK, MILLER et BAILEY : Isopropyl-, menthyl- et bornyl-semicarbazides. Réduct. de phénylhydrazones. — DOX et YODER : Formation d'amides aux dépens des éthers des ac. akylmaloniques second. — ID. et ID. : Quelques dér. de l'ac. *n*-butylmalonique. — BOGERT et MEYER : Rech. sur les thiazols. II. — MC CLUSKEY : Nouv. dér. de la quinaldine. — DEUEL et BAUDISCH : Détection de la thymine en prés. de sucre. — ID. et ID. : Etudes sur l'acétol. I. Nouv. essai pour les hydrates de carbone. — DAVIS : Le rôle du nitrate mercurique dans la nitration catalysée des subst. aromat. II. Nitration du naphtalène — MC HARGUE : Le rôle du Mn dans les plantes.

Zeitschrift fur Elektrochemie (Leipzig), t. XXVIII, n°s 13-14 (1er juillet). MULLER : La déshydratation catalyt. de l'ac. formique. — NATHANSOHN : La prépar. techn. de matières premières à base de plomb au moyen du tétrachlorure de plomb. — NJEGOVAN : Sur la grandeur absolue de l'entropie et ses modific. relatives. — EUCKEN et NEUMANN : Sur la question de l'existence de combin. métall. gazeuses.

Pour Comprendre EINSTEIN !

PAR

L'Abbé Th. MOREUX

DIRECTEUR DE L'OBSERVATOIRE DE BOURGES

Un exposé CLAIR et sans FORMULES mathématiques des Idées d'Einstein; une critique serrée et impartiale des théories de la relativité ; des vues originales et nouvelles sur l'ESPACE et le TEMPS, en accord avec la Science moderne; telles sont les raisons du succès près du grand public du nouvel ouvrage de l'Abbé MOREUX

Un volume in-16 de 256 pages avec figures dans le texte

SEPT FRANCS

(plus 10 °/o pour frais de port et emballage)

Gaston DOIN, Editeur, 8, place de l'Odéon, Paris-6e

Une nouvelle formule d'étude :

Le film commenté par le livre.
Le livre illustré par le film.

Films Médicaux et Scientifiques

de Pathé Consortium Cinéma

Séries Gaston DOIN

Une collection de livres et de films publiés sous la Direction scientifique d'un Comité médical.

:: :: BOTANIQUE :: ::
:: :: ZOOLOGIE :: ::
:: BACTÉRIOLOGIE ::
:: :: CYTOLOGIE :: ::

:: :. PHYSIOLOGIE :: .:
MÉDECINE OPÉRATOIRE
:: :: NEUROLOGIE :: ::
:: CULTURE PHYSIQUE :.

PATHÉ CONSORTIUM CINÉMA
Service de l'Enseignement
67, Rue du Faubourg Saint-Martin
PARIS 10e

LIBRAIRIE OCTAVE DOIN
GASTON DOIN, Éditeur
:: :: 8, Place de l'Odéon :: ::
PARIS 6e

PRÉPARATIONS COLLOÏDALES

(Métaux Colloïdaux électriques à petits grains.
Colloïdes électriques et chimiques de métalloïdes ou de dérivés métalliques)

Electrargol	(Argent)	**Electroplatinol** . . .	(Platine)
Electromartiol. . . .	(Fer)	**Electrorhodiol** . . .	(Rhodium)
Electraurol	(Or)	**Electriridiol**.	(Iridium)
Electr-Hg	(Mercure)	**Electropalladiol** . .	(Palladium)
Electrocuprol . . .	(Oxyde de cuivre)	**Thiarsol**.	(Sulfure d'arsenic)
Electrosélénium. . .	(Sélénium)	**Collothiol**	(Soufre)

Obtenues par la méthode chimique ou par la méthode physique (électrique), les solutions colloïdales sont constituées par la suspension en milieu liquide d'une infinité de grains ultramicroscopiques, animés du mouvement brownien et présentant une charge électrique de signe défini. Grâce à la grande surface de ces grains, les colloïdes présentent un énergique pouvoir catalytique et fermentaire.

Les colloïdes possèdent d'importantes propriétés biologiques, bien étudiées depuis que l'on sait le rôle des colloïdes naturels dans la physiologie normale. Injectés à l'homme ou aux animaux, ils augmentent les oxydations et les échanges nutritifs, ils stimulent la défense contre les toxines et les fonctions d'élimination, ils provoquent un mouvement leucocytaire très marqué.

Les colloïdes sont d'un usage thérapeutique courant : les métaux (type : Electrargol) sont des médicaments antiinfectieux de premier ordre (toutes maladies infectieuses) ; on emploie certains colloïdes comme spécifiques (Electr-Hg — Electrosélénium — Electrocuprol — Electromartiol — Collothiol)

Les Laboratoires Clin préparent tous les colloïdes qu'il est possible d'obtenir dans l'état actuel de la science.

Pour l'expérimentation thérapeutique ou les usages de laboratoire, les Laboratoires Clin délivrent des préparations colloïdales pures, à constantes physiques définies.

Laboratoires CLIN, 20, rue des Fossés-Saint-Jacques, PARIS

Touristes!!! dans vos excursions emportez le VÉRASCOPE RICHARD

BREVETÉ S. G. D. G.

Quel que soit le temps, vous ferez d'admirables photographies

10, RUE HALÉVY (Opéra)

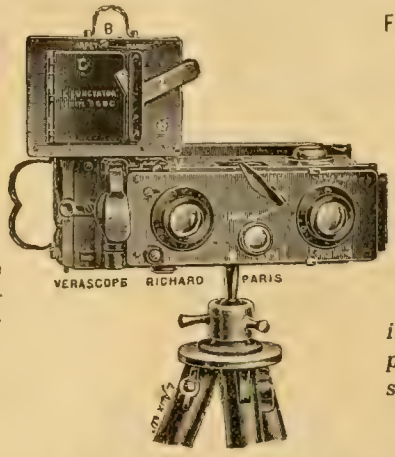
Le Vérascope est

ROBUSTE
PRÉCIS
PARFAIT
ÉLÉGANT

Les explorateurs, les coloniaux, le missionnaires, les alpinistes, les touristes, les amateurs proclament hautement que le Vérascope est la

Merveille photographique

• • • •



FORME CORRECTE
GRANDEUR EXACTE
PERSPECTIVE JUSTE
COULEUR VRAIE

Nouveauté!

MAGASIN POUR PELLICULES EN BOBINES

Breveté S. G. D. G.

interchangeable avec le magasin pour plaques et se chargeant instantanément en plein jour.

• • • •

Pour les débutants le GLYPHOSCOPE

pour plaques 45 × 107 a les qualités fondamentales du **Vérascope**

Demander les Notices illustrées, envoyées franco : 25, RUE MÉLINGUE, PARIS

Exposition et vente de dispositifs vérascopiques : 7, rue Lafayette (près l'Opéra)

Ancienne Maison Ch. VERDIN, ✻, ✠, ✠

G. BOULITTE, Succ

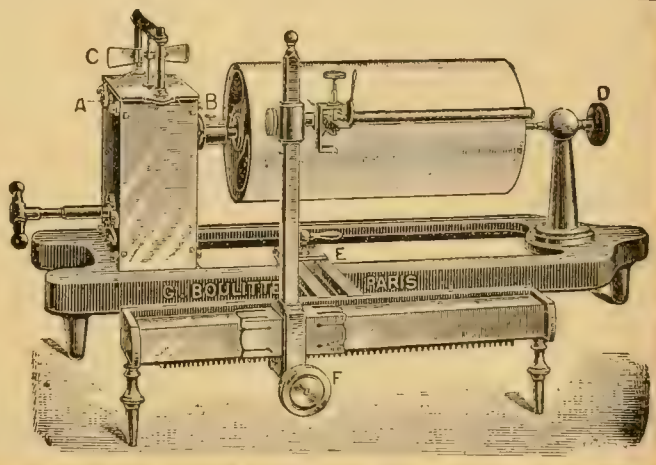
Ingénieur-Constructeur à PARIS

15 à 21, rue Bobillot, PARIS (13e)

(anciennement 7, rue Linné)

Appareils de précision pour la PHYSIOLOGIE et la MÉDECINE

ENREGISTREURS, MOTEURS ÉLECTRIQUES A VITESSE CONSTANTE, CHRONOGRAPHES, CHRONOSCOPES, SIGNAUX ÉLECTROMAGNÉTIQUES DE M. DEPREZ, ÉLECTRODIAPASONS, MANOMÈTRES, DYNAMOMÈTRES, SPHYGMOGRAPHES, ETC.



Extrait HAMYD

HAMAMELIS & HYDRASTIS
SANS ALCOOL

CONTRE TOUS LES ÉTATS CONGESTIFS

VARICES
HÉMORROÏDES
VARICOCÈLES
PHLÉBITES
FIBROMES
MÉTRITES

VERTIGES
BOURDONNEMENTS
NÉVRALGIES
PUBERTÉ
MÉNOPAUSE

Échantillons & Littérature sur demande : 27, Faubg Montmartre, PARIS-9e

6° Sciences naturelles

Comptes rendus des séances de la Société de Biologie, t. LXXXVII, n° 23 (24 juin). ATHANASIU : Présentation de documents concernant l'énergie nerveuse motrice. — BOUVEYRON : Action de réactifs précipitants sur la tuberculine. — CAMUS et GLEY : Action coagulante du liquide prostatique de la Viscache, sur le contenu des vésicules séminales. — CARDOT et LAUGIER : Anesthésie et réflexe linguo-maxillaire. — CARNOT et RATHERY : La sécrétion de l'urée, du chlorure de sodium et du glucose au cours des perfusions rénales. — FICHET : Sur l'emploi de sérums thérapeutiques périmés pour la préparation des milieux de culture. — FOURNIER, LEVADITI et SCHWARTZ : Du vanadium dans la syphilis expérimentale du lapin et dans la syphilis humaine. — GARRELON, SANTENOISE et THUILLANT : Choc peptonique sur le lapin. — KEPINOW et METALNIKOW : Glande thyroïde et sensibilité des animaux tuberculeux envers la tuberculine. — LADREYT : Sur le début pluricentrique de certaines tumeurs. — LHERMITTE et DÉVÉ : La sclérose collagène sous-épendymaire dans un cas d'échinococcose cérébrale intraventriculaire. — MESTREZAT, GIRARD et MORAX : La perméabilité de la cornée est une perméabilité ionique élective. — MOLLIARD : Influence de la nutrition azotée sur l'acidité des plantes supérieures. — ID. : Rech. calorimétr. sur l'utilisation de l'énergie respiratoire au cours du développ. d'une culture de *Sterigmatocystis nigra*. — PANISSET et VERGE : La toxicité du citrate de soude chez les animaux. — ROUSSY, LABORDE, LEROUX et PEYRE : Sur les modifications sanguines au cours du traitement du cancer du col de l'utérus par les rayons X et γ. — ARON : Définition et classif. des caractères sexuels des Urodèles. ID. : Condition de formation et d'action de l'hormozone testiculaire chez les Urodèles. — BELLONI : Orientation des canaux demi-circulaires chez l'enfant nouveau-né. Modifications ultérieures. — FONTES : Procédé de caractérisation spécifique de la matière colorante du sang dans l'urine. — REISS : L'appareil de Golgi dans les cellules glandulaires de l'hypophyse. Polarité fonctionnelle et cycle sécrétoire. — SARTORY et BAILLY : Action combinée de l'agitation et du sulfate de thorium sur l'*Aspergillus fumigatus*. — WÖRINGER : La perméabilité intestinale pour le saccharose ; infl. de la concentr. — CANTACUZÈNE : Réactions d'immunité chez *Sipunculus nudus*, vacciné contre une bactérie. — ID. : Sur le rôle agglutinant des urnes chez *Sipunculus nudus*. — ID. : Sur le sort ultérieur des urnes chez *Sipunculus nudus* au cours de l'infection et de l'immunisation. — CIUREA : Sur quelques Trématodes du renard et du chat sauvage. — GHEORGHIU : Une pasteurelle pathogène pour les rats. — LÉON et CIUREA : Un nouvel echinostome chez l'homme. — MARINESCO et TUPA : Rech. histo-patholog. sur les mitochondries. — NASTA : Contrib. à l'étude de l'action du *B. histolyticus* sur les tissus. — NOICA : L'agraphie chez l'aphasique sensoriel. — ID. : La perception auditive et la perception visuelle. — ID. : Les onomatopées et le langage des enfants. Les gestes. — ID. : Sur l'apraxie. — OBREGIA : Sur les hallucinations dans la phase paranoïde de la paralysie générale. — RIEGLER : Dosage chronométrique de l'acide urique. — ID. : La recherche et le dosage de l'acide acétylacétique. — ZOTTA : Les leucocytes du sang de *Carausius morosus*. Les mastocytes. Leucocytes fusiformes et cellules apparentées. Proleucocyte et cellules qui en dérivent. Filiation. — DUTHOIT et GERNEZ : Essai de classif. des *Bacterium coli*. — MAIGE : Infl. de la nature des subst. organiques sur la formation de l'amidon dans les cellules végétales. — WERTHEIMER et DUBOIS : Surrénales et épilepsie corticale. — ALEZAIS et PEYRON : Sur les dispositifs de soutien du tissu chordal dans les tumeurs et sur leurs homologies. — HOVASSE : A propos de l'activation parthénogénétique des œufs de grenouille en milieu hypotonique. — ID. : Différences de propriétés histochimiques entre l'hétérochromosome et les autres chromosomes de *Gryllus domesticus*. — RAYBAUD : Des matières humiques ou pseudo-humiques du marc de café. — ID. : Infl. du sulfate de calcium sur l'*Aspergillus*. — N° 24 (1er juillet). ARNAUD : La réaction du benjoin colloïdal dans le sang. — ATHANASIU et BARRY : Irrigation des centres nerveux par le sang défibriné d'une préparation cardio-pulmonaire d'un autre animal. — BARDIER et STILLMUNKÈS : De la mort par l'adrénaline au cours de l'anesthésie chloroformique. Syncope cardiaque. — BÉNECH : Sucre et acide glycuronique. — BIERRY et MOQUET (Mlle) : Dosage des albumines globales, de l'azote protéique et non protéique, du plasma sanguin. — CAMUS et GLEY : Action coagulante du liquide prostatique de la Gerboise sur le contenu des glandes séminales. — ID. et ID. : Le nerf sécréteur des glandes de Cooper. — DRAGOIU : Le chondriome des cellules sexuelles chez la truite (*Trutta fario*). — FIESSINGER et DEBRAY : Evolution de la salicylémie après ingestion de salicylate de soude chez le sujet normal. — GIRARD, MESTREZAT et LI-SHOU-HOUA : Rech. expérim. sur la perméabilité des cellules aux ions. Schème physico-chimique de la perméabilité sélective. — HÉRISSEY : Technique de recherche de l'acide salicylique dans le sérum sanguin. — KÉPINOW : Surrénales et anaphylaxie. LABBÉ et NEPVEUX : Les réactions d'hyperglycémie provoquées par les injections d'albumines. — LANGERON : Utilité de deux nouvelles coupures génériques dans les Périsporiacés : *Diplostephanus* n. g. et *Carpenteles* n. g. — PAGNIEZ, RAVINA et SALOMON : Infl. de l'irradiation de la rate sur le temps de coagulation du sang. — PHILIBERT : Septicémie éphémère provoquée par l'intervention chirurgicale. — POTEZ et COMPAGNON : Sur un bacille anaérobie isolé d'une cholécystite suppurée chez l'homme : *Bacillus trichoïdes*. — ROUVIÈRE et OLIVIER : Faisceau maxillaire du stylo-glosse et signification du ligament stylo-maxillaire. — WINTREBERT : Le stade K de Balfour chez les embryons de Sélaciens. — BESSEMANS : Infl. de la concent. des sérums sur leur formolgélification et sur leur pouvoir formolgélifiant. Infl. de la température sur leur formolgélification. — BESSEMANS : Infl. de la dilution sur le pouvoir formolgélifiant des sérums. — BORDET et CIUCA : Variations d'énergie du principe actif dans l'autolyse microbienne transmissible. — CATFOLIS : Les présures microbiennes. — DEPLA : Au sujet de la valeur antigénique de l'hémoglobine. — DUSTIN : Infl. d'injections intrapéritonéales répétées de peptone sur l'allure de la courbe des cinèses. — FABRY : Autolyse microbienne transmissible obtenue par antagonisme microbien. — FREDERICQ : Action des acides aminés sur le métabolisme des organes isolés (cœur de lapin nourri artificiellement). — ID. : Vasodilatation locale due aux acides aminés : action sur les vaisseaux du cœur. — GRATIA et DE NAMUR : Individualité des principes lytiques staphylococciques de provenances différentes. — HEYMANS : Le bleu de méthylène, antagoniste des excitants parasympathiques. — JAUMAIN et MEULEMAN : Absorption du prin ipe lytique par les microbes tués. — MENDELEEF (Mlle) : Concentration en ions H et activité du sérum anaphylatoxique de Bordet. — ID : Oscillation des concentrations en ions H du sérum de l'animal vacciné en rapport avec son état d'anaphylaxie. — ID. : Spécificité des phénomènes anaphylactiques et concentration en ions H des sérums. — NOLF : De l'autohémolyse du chien. — ROSKAM : Quelques faits nouveaux concernant l'emplaquettement des particules étrangères. — SUMNER : A propos de la purification des solutions de fibrinogène et de l'adsorption du cytozyme, du sérozyme et de la thrombine. — ZUNZ : A propos de l'action floculoagglutinante du cytozyme et de la cytozymine vis-à-vis du fibrinogène et du plasma. — N° 25 (8 juillet). BABONNEIX : Lésions inflammatoires des méninges dans l'idiotie mongolienne. — BATTELLI et MARTIN : La production du liquide des vésicules séminales en rapport avec la sécrétion interne des testicules. — COMBIESCO : Recherches sur la gélification du sérum par l'aldéhyde formique chez les animaux en état d'anaphylaxie. — DEBRÉ et BONNET : Surinfection du cobaye tuberculeux avant et après l'établissement de l'état allergique. GIRARD et MESTREZAT : Recherches expérimentales sur la perméabilité sélective des cellules vivantes aux ions. — JOLLY et SARAGEA : Sur les ébauches sanguines embryonnaires intrahépatiques. — KÉPINOW : Anaphylaxie chez les animaux éthyroïdés et nourris avec de la thyroïde. — LABBÉ, BITH et NEPVEUX : L'élimination des acides organiques dans l'urine des diabétiques acidosiques. — LAPICQUE : Sur la cadence de l'influx moteur volontaire. — LAPICQUE (L. et M.) : Sur la sensibilité de *Leptodactylus ocellatus* vis-à-vis du curare. — LEGER et BAURY : Essai de vaccination contre la peste par la voie buccale. — NAGEOTTE : La boule d'œdème de Ranvier et la disposition de la trame dans le tissu conjonctif sous-cutané. — NICOLAU et POINCLOUX : Herpès récidivant ; caractères du virus herpétique. — OLIVEIRA et PEREZ : Action du quinosol sur le sérum normal de cheval et sur le sérum hémolytique. — PANISSET et VERGE : Le traitement des localisations nerveuses de la maladie des chiens par la formine (urotropine). — PEREZ et OLIVEIRA : Action inhibitrice du quinosol sur le développement des microbes dans les cultures et action antiputride. — PEYRE : Rapport de sédimentation globulaire. — REGAUD : Sur la nécrose des os atteints par un processus cancéreux et traités par les radiations. — STERN et BATTELLI : Inhibition du système nerveux par l'électricité. Action des courants alternatifs. — TROISIER et WOLF : Action cytologique du calcium et du potassium sur la cellule cancéreuse. — VIGNES : Lécithine et gestation. — ADSERSEN : Recherches expérimentales sur le sérum anti-gourmeux. — BONDO : Influence des hydrates de carbone sur la formation de l'indol dans les cultures de *coli*. — HOLM : Sur la décoloration du pourpre visuel. — ID. : Sur la xérophtalmie du rat. — JOERGENSEN et PLUM : Diagnostic différentiel des glucosuries bénignes et du diabète sucré à l'aide d'injections intraveineuses de glucose. — KROGH : Appareil respiratoire enregistreur, servant à déterminer l'absorption d'oxygène et les échanges caloriques chez l'homme. — ID. et REHBERG : Influence de l'hypophyse sur la tonicité des capillaires. — SEEDORFF : Production expérimentale du cancer mammaire chez le lapin et la souris blanche sous l'action du goudron. — BACKMANN et LUNDBERG : L'action de l'atropine sur les effets provoqués par l'adrénaline sur l'utérus. — KLING, DAVIDE et LILJENQUIST : Affinité cornéenne du virus encéphalitique. — LUNDBERG : Le pouvoir pharmacodynamique du bleu de méthylène.

Boletin de la Real Sociedad española de Historia natural (Madrid), t. XXII, n° 5 (Mai). CASTRO BAREA : La barytocélestine et l'apatélite espagnoles. — ELIAS : L'âge des terrains du centre de Vallés (Barcelone). — PARDO : La *Harelda glacialis* Steph. à Valence. — BOSCA : La *Natica leviathan* à Oliva (Valence). — DE LA ESCALERA : Carabides nouv. du Maroc. — DE LA CAMARA : Note pétrograph. sur des aplites, pegmatites et micacites du mont San Pedro martyr (Barcelone). — GARCIA MERCET : Le genre *Mira* Schellenberg.

Journal of Ecology (Londres), t. X, n° 1 (Mai). YAPP : Le concept d'habitat. — ID. : Les marais salants de Dovey en 1921. — SKIPPER : L'écologie de l'*Ulex*, en partic. des formes de croissance à Hindhead Common. — THOMPSON : Modific. dans la végétation des côtes près de Barrow (Somerset). — DAVY : La distrib. et l'origine des *Salix* dans l'Afrique du Sud. — HOLTTUM : La végétation de l'Ouest du Groenland. — WALTON : Un marais salant au Spitzberg, avec observ. sur les phénomènes écolog. accompagnant l'émergence de la terre hors de la mer.

The Quarterly Journal of Microscopical Science (Londres),

n° 262 (Juin). LIM : La muqueuse gastrique. — CANNON : Les glandes labrales d'un Cladocère (*Simocephalus vetulus*), avec descript. de son mode d'alimentation. — GRAY : Tension superfic. et division cellulaire. — STEPHENSON : Sur la classific. des Actiniaires. III. — HAVILAND : Sur le développ. post-embryonnaire de certains Chalcides, hyperparasites des Aphides. — FULTON : La chlorophylle animale : ses relations avec l'hémoglobine et d'autres pigments animaux

Publications du Bureau géologique grec, n° 2. GEORGALAS : L'or natif en Grèce et les alluvions aurifères de Nigrita (Macédoine). — N° 5. ID. : Carte des eaux minérales de la Grèce.

Bulletin du Jardin botanique (Buitenzorg), 3e sér., t. IV, n° 2 (Avril). ULTÉE : Notice nécrolog. sur K. Gorter. — GORTER : La subst. mère du jaune indien. — DOCTERS VAN LEEUWEN : Quelques galles de Hongkong. — ID. : Les galles des îles du groupe du Krakatoa et de l'île de Sebesy. — ULTÉE : Identité de la xanthostérine avec le lupéol. — VAN ALDERWERELT VAN ROSENBURGH : Deux nouv. genres de fougères malaises. — ID. : Aracées malaises nouv. ou importantes. III. — T. V, n° 1 (Juin). GAUMANN : Communic. mycolog ; II. — SMITH : Orchidacées malaises nouv. X. — ULTÉE : Ac. stéarique dans le latex de *Ficus fulva* Reinw.

Japanese Journal of Botany (Tokyo), t. I, n° 1. SAITO : Rech. sur les germes de champignons atmosphér. III.

University of California Publications in Zoology (Berkeley), t. XXIV, n° 1 (Juin). GRINNELL : Etude géograph. des rats kangourous en Californie. — N° 2 (Mai). SWARTH : Oiseaux et Mammifères de la région de la rivière Stikine dans le nord de la Colombie britannique et le sud-est de l'Alaska.

Bulletin de la Société Centrale d'Aquiculture et de Pêche, t. XXIX, nos 4-6 (Avril-Juin). E. ANDRÉ : Les omblières du Léman. — PELLEGRIN : La distrib. géogr. des Poissons des eaux douces dans le monde. — C. GALLOIS : Le mouvement piscicole aux Etats-Unis. — J. PELLEGRIN : Le Musée d'Hist. nat. de Mayence.

Archivio di Fisiologia (Florence), t. LX, fasc. 1 (Janv.-Févr.). AGGAZZOTTI : Modific. de la viscosité de la salive mixte et de celle qui est sécrétée par rapport au pouvoir filant et à la tension superfic. — RONCATO et OSELLADORE : Contrib. à la physiol. des vaisseaux et à celle du tissu musculaire lisse. IV. Act. des gaz respiratoires sur le mouvem. rythm. des vaisseaux. — CASTALDI : Accroissement des subst. médullaire et corticale des glandes surrénales et leurs rapports volumétr.

7° Sciences médicales

Bulletin de l'Académie de Médecine, t. LXXXVIII, n° 28 (11 juillet). — SERGENT : Grossesse et tuberculose. — CARRIÈRE : Traitement de la coqueluche par le goménol et la tente à l'eucalyptol. — COLLET : Réflexe œsophago-vasomoteur. — FROIS : Les intoxications par le tétrachloréthane. — VALLOT, SARDOU et FAURE : De l'influence des taches solaires sur les accidents aigus des maladies chroniques. — N° 29 (18 juillet). THIBIERGE : Sur les variations de fréquence de la gale. — LOIR et LEGANGNEUX : Accidents du travail occasionnés par des Coléoptères.

Annales de l'Institut Pasteur, t. XXXVI, n° 7 (Juillet). ABT et LOISEAU : Réact. du milieu et product. de la toxine diphtérique. — BESREDKA et DE TRÉVISE : De la vaccination du cobaye contre le sang charbonneux. — AITOFF : Inoculation du charbon par la muqueuse conjonctivale. — DOGIEL : Sur un nouv. genre de *Metchnikovellidæ*

Bulletin de l'Institut Pasteur, t XX, n° 13 (15 juillet). BESREDKA : Immunité générale par immunisation locale (*fin*).

Bulletin mensuel de l'Office international d'Hygiène publique, t. XIV, n° 6 (Juin). CHODZKO : La situation sanitaire en Pologne pendant les derniers mois de 1921 et les premiers de 1922. — CARNWATH : L'influenza en 1921-22 en Angleterre et dans le Pays de Galles. — LUTRARIO : La récente vague grippale en Italie. — PELTIER : L'épidémie d'influenza de 1921 en Nouv. Calédonie. — L'hygiène des équipages en Espagne, Italie, Pays-Bas.

The Journal of Industrial Hygiene (Boston), t. IV, n° 3 (Juillet). BUNN : La sous-alimentation dans l'industrie. I. — TELEKY : La littérature allemande sur la question de la céruse. — WILSON : Déformations de la colonne vertébrale et du pied. — RUSHER : Des maladies professionnelles.

The Journal of Hygiene (Londres), t. XXI, n° 1 (Juin). MC NABB : Les maladies vénériennes dans la Marine anglaise de guerre. — TOPLEY : L'extension de l'infection bactérienne. Quelques caractéristiques de la phase pré-épidémique. L'effet de la dispersion durant le stade pré-épidémique et de la réagrégation subséquente. — MATTICK et WILLIAMS : Preuve de la nécessité d'un étalon bactériolog. pour le lait de la classe « A ». — TODD : Les organismes hémolyt. des fèces infantiles normales. — YOUNG : La distrib. du cancer dans la vallée de la Severn. — LEH : La peste en Orient, en partic. en Mandchourie. — SHEARER : Act. des électrolytes sur les bactéries. II. — WALKER : Product. expérim. d'une forme mucoïde de *B. paratyphosus*. — GLENNY et ALLEN : Act. de la toxine diphtérique sur les souris. — ID. et ID. : Immunité active contre la diphtérie en l'absence d'antitoxine décelable. — ID. et ID. : La dose de Schick de toxine diphtérique comme stimulus secondaire.

8° Géographie et Colonisation

La Géographie, t. XXXVIII, n° 1 (Juin). ROUSSILHE : Application de la photographie aérienne aux levés topographiques. — LIONNET : Agaléga ou Galéga dans les Traités de Géographie.

The Scottish Geographical Magazine (Edimbourg), t. XXXVIII, n° 3 (15 juillet). HILTON-SIMPSON : Les Berbères de l'Aures (Algérie). — WALLIS : Le Nyassaland portugais.

The Geographical Review (New-York), t. XII, n° 3 (Juillet). SHANTZ : L'Urundi, son territoire et sa population. — MATHER : Le long du front des Andes, dans le SE de la Bolivie. — TAYLOR : Distribution de la colonisation blanche future. — REED : La météorologie militaire. — MC ADIE : Les vents de mousson et alizés considérés comme faiseurs de pluie et faiseurs de déserts. — REEVE : Le nettoyage du port de New-York. — GREGG : Infl. des facteurs géograph. sur la navigation océanique. — JOERG : Récents travaux géograph. en Europe.

L'ARGUS DE LA PRESSE publie une nouvelle édition de « NOMENCLATURE des journaux en langue française paraissant dans le monde entier ».

C'est un travail méthodique et patient, qui contient plus de 5.000 noms de périodiques, en même temps qu'il rend hommage à la Presse Française.

CHEMIN DE FER DE PARIS A ORLÉANS

ÉDITION D'AFFICHES ARTISTIQUES

La magnifique série d'affiches illustrées que la Compagnie d'Orléans continue à faire paraître (grands châteaux de la Loire, sites et monuments de Bretagne, de l'Auvergne, du Centre de la France, etc...) vient d'être complétée par trois nouveaux sujets.

C'est « Le Château d'Amboise », un des plus historiques et des plus remarquables de la France ; « Douarnenez », son port et ses nombreux bateaux sardiniers ; « le Maroc par Bordeaux » avec la reproduction de la plus jolie porte de Fès.

Ces affiches sont mises en vente au *Service de la Publicité, 1, place Valhubert, à Paris*, au prix de 4 francs l'exemplaire, frais de port en sus.

CHEMINS DE FER DE PARIS A LYON ET A LA MÉDITERRANÉE

Route des Alpes et du Jura

La plus merveilleuse excursion de montagne

DE NICE AU BALLON D'ALSACE

par les services automobiles P.-L.-M.

Les services automobiles de Tourisme de la route des Alpes et du Jura fonctionnent cette année à partir du 1er juillet, sur l'ensemble du parcours de Nice au Ballon d'Alsace par Barcelonnette, Briançon, Le Lautaret, Grenoble, la Grande-Chartreuse, Aix-les-Bains, Annecy, Combloux, Saint-Gervais, Chamonix, Evian, Genève, le Pailly, le Col de la Faucille, Morez, Champagnole, Besançon, Belfort, magnifique route de 1.200 kilomètres pouvant être parcourue en 9 étapes.

Entre Briançon et Chamonix, les touristes pourront suivre un autre itinéraire par le col du Galibier, Saint-Jean-de-Maurienne, Albertville et les Gorges de l'Arly.

Aux services automobiles de la route des Alpes et du Jura, se rattachent de nombreux services annexes permettant d'excursionner dans le Briançonnais, le Vercors, le Trièves, le Massif de la Chartreuse, la Maurienne, la Tarentaise, la Vallée de la Valserine (circuit de l'Ain : Genève, Chézery, Saint-Germain-de-Joux, la Faucille, le Pailly, Gex, Genève) et du Doubs (circuit du Doubs : Besançon, Malbuisson, les Pargots, Consolation, Besançon).

Cette importante organisation, qui forme aujourd'hui à elle seule un réseau de 3.700 kilomètres, comporte, en 1922, des créations très intéressantes :

Le service Briançon-Vallouise-l'Argentière-la-Bessée, qui donne, en ce dernier point, de bonnes correspondances de trains aux personnes allant villégiaturer en Vallouise :

Le service Grenoble-la Bérarde, par Bourg-d'Oisans, la Vallée du Vénéon et la nouvelle route de Saint-Cristophe-en-Oisans;

Les services Bourg-Saint-Maurice-les Chapieux et Saint-Gervais-les Contamines, qui permettent de faire facilement, de part et d'autre, l'excursion ou le passage du Col du Bonhomme ;

Le service Brides-les-Bains-Courmayeur par Moutiers-Salins, Bourg-Saint-Maurice et le Petit Saint-Bernard.

CHEMINS DE FER DE PARIS A LYON ET A LA MÉDITERRANÉE

Facilités de transport consenties aux visiteurs de l'Exposition Coloniale de Marseille

En vue de faciliter la visite de l'Exposition de Marseille, la Compagnie Paris-Lyon-Méditerranée a pris les mesures ci-après :

1° *Trains spéciaux à prix réduits.* — Des trains spéciaux de 2e et 3e classes comportant une réduction de 50 °/. sur le plein tarif seront mis en marche, au départ de Paris et des principales gares du Réseau, à des dates qui seront fixées ultérieurement. Les billets donnant droit au train spécial auront une validité de quinze jours. Pour le retour au point de départ, les voyageurs pourront emprunter les trains du service ordinaire.

2° *Voyages en groupes.* — Une réduction de 40 °/. est consentie aux groupes, effectuant un parcours simple minimum de 25 kilomètres composés de dix voyageurs au moins et de vingt-cinq voyageurs au plus, se rendant à Marseille, sans faire usage des trains spéciaux, pour y visiter l'Exposition. Ces billets ont la même durée de validité que les billets d'aller et retour ordinaires, avec un minimum de huit jours.

3° *Visiteurs de l'Exposition se déplaçant isolément autour de Marseille.* — Pour permettre aux visiteurs de l'Exposition de parcourir le littoral, il est délivré des billets spéciaux d'aller et retour de Marseille à Cannes, Nice et Menton, valables quinze jours et donnant droit, tant à l'aller qu'au retour, à deux arrêts en cours de route.

Rappelons également que les billets d'aller et retour délivrés de toute gare française, pour Marseille, pendant l'Exposition, ont une validité exceptionnelle de huit jours, lorsque leur validité normale est inférieure à cette période. D'autre part, les voyageurs porteurs de billets simples ou d'aller et retour pour les gares au-delà de Marseille peuvent s'arrêter à Marseille pendant soixante-douze heures. Ce délai de soixante douze heures s'ajoute à la durée normale de la validité du billet.

CHEMIN DE FER DE PARIS A ORLÉANS

Relations directes entre Paris-Quai d'Orsay et Barcelone

Billets directs simples et d'aller et retour (1re, 2e et 3e classes).

Enregistrement direct des bagages

Voitures directes. Wagons-Lits. Wagon-Restaurant

1° Par Limoges-Toulouse-Narbonne

ALLER

Express. — Départ. — Paris-Quai d'Orsay 21 h. 30 (Wagon-Lits et Voitures directes toutes classes de Paris à Port-Bou). Arrivée. — Barcelone 19 h. 25 (voitures de luxe sur le parcours espagnol). Arrivée. — Barcelone 22 h. 24 (toutes classes).

Express. — Départ. — Paris-Quay d'Orsay 10 heures (Wagon-Restaurant de Paris à Toulouse). Arrivée. — Barcelone 7 h. 42 (toutes classes).

RETOUR

Express. — Départ. — Barcelone 5 h. 40 (toutes classes). Départ. — Barcelone 8 h. 50 (voitures de luxe sur le parcours espagnol). Arrivée. — Paris-Quai d'Orsay 8 h. 54 (Wagon-Lits et voitures directes toutes classes de Cerbère à Paris).

2° Par Tours-Bordeaux-Narbonne

ALLER

Express. — Départ. — Paris-Quai d'Orsay 8 h. 25 (Wagon-Restaurant de Paris à Bordeaux). Arrivée. — Barcelone 7 h. 42 (toutes classes).

RETOUR

Express. — Départ. — Barcelone 17 h. 25 (Wagon-Restaurant de Bordeaux à Tours). Arrivée. — Paris-Quai d'Orsay 17 h. 40 (toutes classes).

LIVRES REÇUS

Tous les livres reçus par la Revue *sont signalés sous cette rubrique avec une brève indication de leur contenu, sans préjudice de l'analyse critique dont ils pourront être ultérieurement l'objet dans la partie bibliographique de la* Revue.

1° Sciences mathématiques

EVANS (Gr. C.) : *Functionals and their applications. Selected Topics, including integral equations* (The Cambridge Colloquium 1916. Part I). **VEBLEN** (O.) : *Analysis Situs* (Idem. Part II). 1 vol. in-8° de XII-136 + VIII-150 p. avec fig. (Prix : 3 doll. 50). American mathematical Society, New-York, 1918-22.

Recueil de conférences prononcées à l'Université de Harvard, d'une part sur les fonctionnelles et leurs applications, d'autre part sur l'analysis situs.

SOPER (H. E.) : *Frequency arrays, illustrating the use of logical symbols in the study of statistical and other distributions.* 1 broch. in-8° de 48 p. (Prix : 3 sh. 6 d.). Cambridge University Press, 1922.

L'auteur adopte des symboles ayant une interprétation logique, mais non numérique, dans l'expression mathématique des distributions de fréquences, et en appliquant à leur combinaison les lois de l'algèbre commune, il arrive à simplifier beaucoup la description, l'analyse et la dérivation de ces distributions de fréquences.

SAUGER (Maurice) : *Einstein ou Euclide.* 1 broch. in-12 de 21 p. (Prix : 2 fr. 50). Imprimerie des Presses universitaires de France, 49, boulevard Saint-Michel, Paris, 1922.

Cette étude sur les fondements géométriques de la relativité contient, d'après l'auteur, la démonstration simple et rigoureuse du postulatum d'Euclide affirmé à tort comme indémontrable et donne une interprétation correcte des formules d'Einstein.

RINGUEZ (R.) : *Tables de coefficients à l'usage des commerçants et des industriels.* 1 broch. in-8° écu de 45 p. (Prix cart. : 8 fr.). Librairie polytechnique Ch. Béranger, Paris et Liége, 1922.

Ces tables permettent d'obtenir rapidement dans le commerce les « remises » (diminution en % sur les prix forts) et les « bénéfices » (majoration du prix net pour obtenir le prix de vente).

2° Sciences physiques

GLAZEBROOK (Sir R.) : *A Dictionary of applied Physics.* Vol. II : *Electricity.* 1 vol. gr. in-8° de VII-1104 p. avec fig. (Prix : 63 sh.). Macmillan and Co, Londres, 1922.

Ce second volume, rédigé selon les mêmes principes que le premier, renferme sous forme d'articles disposés dans l'ordre alphabétique, le résumé de nos principales connaissances dans le domaine de l'Electricité.

KOSSEL (W.) : *Les forces de valence et les spectres de Roentgen.* Traduit par M. GOLAY. 1 vol. in-8° de 70 p. avec 11 fig. de la *Collection de monographies scientifiques étrangères publiées sous la direction de* G. JUVET (Prix : 4 fr. 50). Librairie scientifique Albert Blanchard, 3, place de la Sorbonne, Paris, 1922.

Cet opuscule renferme deux mémoires : le premier sur la nature physique des forces de valence, le second sur le rôle des rayons Roentgen dans l'étude de la structure de l'atome.

MERCIER (Ern.) : *L'Union d'Electricité et la Centrale de Gennevilliers.* 1 vol. in-4° de 52 p. avec 53 fig. et 5 pl. hors texte. Edition de la Revue industrielle, 57, rue Pierre-Charron, Paris, 1922.

Cet ouvrage expose le programme de travaux de l'Union française d'Electricité dans la région parisienne et décrit spécialement la construction et le fonctionnement de la Centrale de Gennevilliers qui constitue actuellement la plus importante usine de ce genre en France.

SCHELEST (A.) : *Dissoziation der Gase.* 1 broch. in-8° de 63 p. avec 17 fig. Kniga, Kurfürstenstrasse 79, Berlin, 1922.

L'auteur applique la méthode des diagrammes d'entropie du Prof. Mollier à l'étude de la dissociation des gaz, et en tire quelques résultats nouveaux.

PASCAL (P.) : *Synthèses et catalyses industrielles.* 2° fascicule. 1 vol. in-4° autographié de 226 p. avec 225 fig. G. Janny, 4, place Philippe-Lebon, Lille, 1922.

L'auteur reproduit ici les leçons professées à la Faculté des Sciences de Lille sur l'industrie de l'acide sulfurique et des oléums, et sur celle du chlore et de l'acide chlorhydrique.

DUBOSC (A.) : *Le Camphre et sa synthèse*, et **TRABUT** (L.) : *La culture industrielle du camphrier.* Préface de I. L. KONDAKOW. 1 vol. in-8° de 64 p. avec 3 pl. (Prix : 6 fr.). Editions Pierre Argence, 285, avenue Jean-Jaurès, Lyon, 1922.

Cette monographie condense tous les renseignements utiles sur la synthèse industrielle du camphre et sur la question de la culture du camphrier riche en camphre hors de son aire de dispersion géographique naturelle.

DEAN (E. W.), **HILL** (H. H.), **SMITH** (N. A. C.) et **JACOBS** W. A.) : *The analytical distillation of petroleum and its pro-*

FOURNITURES GÉNÉRALES POUR LABORATOIRES

Ateliers de Construction d'Instruments de Précision

Les Etablissements POULENC Frères

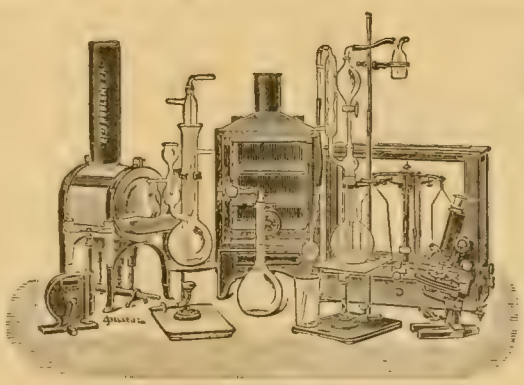
122, Boulevard Saint-Germain — 3, Rue du Jardinet — Cour de Rohan

SOCIÉTÉ ANONYME AU CAPITAL DE 12 MILLIONS DE FRANCS

SIÈGE SOCIAL : 92, RUE VIEILLE-DU-TEMPLE, 92 — PARIS

USINES : VITRY-sur-SEINE, THIAIS, MONTREUIL, LORIOL (Drôme), LE POUZIN (Ardèche)

OBUS CALORIMÉTRIQUE DE MAHLER pour l'essai des combustibles.
BOMBE DE MAHLER GOUTAL pour dosage du carbone des fers, fontes, aciers.
APPAREIL BRENOT, enregistreur automatique des gaz des foyers ; permet d'économiser le combustible.
GRISOUMÈTRE LE CHATELIER
INFLAMMATEUR TAFFANEL et LE FLOCH pour l'étude de l'inflammation des poussières. Modèle de la station d'essais de Liévin.
APPAREILS ORSAT et VIGNON pour l'analyse rapide des gaz.



PYROMÈTRES
THERMOMÈTRES INDUSTRIELS
THERMOMÈTRES DE LABORATOIRES
ARÉOMÈTRES
DENSIMÈTRES
VERRERIE SOUFFLÉE
VERRERIE GRADUÉE
BURETTES
PIPETTES étalons pour diverses températures.

VERRE FRANÇAIS Marque « LABO » RÉSISTANT A LA CHALEUR et aux AGENTS CHIMIQUES

PRODUITS CHIMIQUES PURS pour Laboratoires Scientifiques et Industriels

COLORANTS français Marque R.A.L. pour Microbiologie et Physiologie

INSTALLATION DE LABORATOIRES

Catalogues, Notices, Devis sur demandes

ducts (Bulletin 207 du Bureau of Mines). 1 broch. in-8° de VI-82 p. avec 33 fig. et 3 pl. (Prix : 15 cents). Government Printing Office, Washington, 1922.

Description des appareils et procédés en usage pour la distillation du pétrole au laboratoire en vue de recherches analytiques.

WIGGINS (J. H.) : *Evaporation loss of petroleum in the mid-continent field* (Bulletin 200 du Bureau of Mines). 1 broch. in-8° de X-115 p. avec 61 fig. et 7 pl. (Prix : 20 cents). Government Printing Office, Washington, 1922.

Recherches sur la perte du pétrole en gasoline par évaporation pendant l'emmagasinage et les manipulations. Cette perte est si importante, que l'industrie du pétrole doit en tenir compte et chercher à la réduire par tous les moyens possibles.

ODELL (W. W.) : *Preparation and uses of tar and its simple crude derivatives* (Technical Paper 268 du Bureau of Mines). 1 broch. in-8° de 84 p. avec 11 fig. et 4 pl. (Prix : 15 cents). Government Printing Office, Washington, 1922.

Cet ouvrage étudie les emplois usuels des divers goudrons et les méthodes par lesquelles on transforme le goudron dans les dérivés qu'on trouve dans le commerce.

Methods for testing petroleum products, adopted by the Interdepartmental Petroleum specifications Committee (Technical Paper 298 du Bureau of Mines). 1 broch. in-8° de 58 p. avec 21 fig. (Prix : 10 cents). Government Printing Office, Washington, 1922.

Cette brochure décrit toutes les méthodes officiellement employées aux Etats-Unis pour l'essai et l'inspection des produits dérivés du pétrole.

KLING (A.) : *Méthodes actuelles d'expertises employées au Laboratoire municipal de Paris*. Tome V : *Eaux et air*. 1 vol. gr. in-8° de 181 p. avec fig. (Prix : 14 fr.). Dunod, Paris, 1922.

Cet ouvrage traite de l'analyse des eaux domestiques, industrielles, résiduaires et minérales, de l'analyse microbiologique et des diverses méthodes physiques et chimiques d'examen de ces eaux, puis de l'analyse microbiologique de l'air et du dosage de CO^2 et CO.

3° Sciences naturelles

WAGUET (P.) : *Géologie agricole pratique*. 1 broch. in-8° de 20 p. avec fig. et 1 pl. Prévot, 20, rue Saint-Pierre, Beauvais, 1922.

Le but de cet opuscule est d'aider à la détermination, sur l'étendue d'un domaine ou d'une région, des rapports existant entre la nature géologique du sol et du sous-sol et la production végétale et animale, et d'en déduire les conclusions capables de favoriser les progrès de la culture et de l'élevage.

RIGNANO (Eug.) : *Come funziona la nostra intelligenza*. 1 broch. in-8° de 48 p. de la collection : *Attualita scientifiche*. (Prix : 4 lire 50 c.). N. Zanichelli, Bologne, 1922.

Reproduction d'une conférence à la réunion des Sociétés philosophiques tenue à Paris à la fin de décembre 1921.

4° Sciences médicales

DAMAYE (H.) : *Le médecin devant l'assistance et l'enseignement psychiatrique*. 1 vol. in-12 de 125 p. A. Maloine et fils, Paris, 1922.

Ce volume a pour objet d'exposer l'état actuel de l'assistance aux maladies mentales et celui de l'enseignement psychiatrique ; l'auteur y envisage également la question du psychiâtre militaire.

SOMMAIRES DES JOURNAUX SCIENTIFIQUES

1° Périodiques généraux

Bulletin international de l'Académie des Sciences de Prague (ancienne Académie de l'Empereur François-Joseph), t. XX (1916). JAROLIMEK : Construction d'une hyperbole à axes égaux avec quatre points ou tangentes imaginaires. — BREINDL : Sur les parasites sanguins des poissons d'eau douce. — BAYER : Les Sauriens de la formation crétacée de Bohême (revision). — SIMANDL : Sur les hyperboloïdes déjetés dans leurs rapports avec les complexes linéaires. — BAZANT : Contrib. à la théorie des murs de digues. — BYDZOVSKY : Sur un théorème concernant les courbes elliptiques normales. — MASEK : Sur les surfaces gauches produites par des axes de courbure appartenant à un point commun d'un certain faisceau de lignes hélicoïdales. — KLOUCEK : Les couches d_{12} de Krusna hora. — ZORAWSKI : Sur certains invariants différentiels des syst. d'équations différentielles ordin. de 2e ordre. — MAJCEN : Détermin. d'équilibres au moyen d'une projection centrale du complexe linéaire. — SOBOTKA : Sur la construction d'une hyperbole équilatère avec quatre points ou tangentes imaginaires et sur une propriété du faisceau de coniques. — SVOBODA : Solution graphique de l'orbite d'un météore à l'aide de l'hodographe. — VON PURKYNE : Esquisses tectoniques du Mont-Tremosna entre Strasic et Rokycan. — NEMEC : Sur les nodosités bactériennes de l'*Ornithopus sativus*. — JANOSIK : Le développ. des canalicules rénaux. — SIMANDL : Les surfaces P^i dans leurs rapports avec les courbes de l'espace de 4e ordre et de 1re espèce, les surfaces du 2e degré et les complexes de rayons quadratiques harmoniques. — ZORAWSKI : Les éléments de lignes des groupes de surfaces qui satisfont à certaines conditions. — BRAUNER : Sur la titration avec le permanganate en solution alcaline forte. — KETTNER : Sur les conglomérats de Zitec, horizon infér. du Cambrien de Bohême. — SIMANDL : Contrib. aux surfaces réglées déterminées par deux involutions projectives et deux droites gauches. — JEZEK : Sur la johannite de Joachimsthal. — SLAVIK : Sur la lacroixite. — WEIGNER : Anomalie très rare des vaisseaux : oblitération de l'art. anonyme, de l'art. carotide com. et de l'art. sous-claviaire, la veine cave supér. gauche persistant. — SYLLABA et WEIGNER : Bases anatom. de l'évanouissement de la rate à la percussion. — SOKOL : Sur la détermin. des feldspaths au moyen de la méth. de Fouqué. — T. XXI (1917). JAROLIMEK : Sur la construction d'une surface de 2e ordre avec 9 points ou plans de contact donnés. — KOSSLER : Nouv. série pour la fonction de nombres premiers de Riemann. — PROCHAZKA et ZDAREK : Sur les points moyens harmoniques d'un syst. de 4 points. — KOSSLER : Développements pour des fonctions analyt. — PELISEK : Surface de roulement de 8e ordre. — WOLDRICH : Sur les premiers restes de *Macherodus* dans le diluvium des cavernes de Moravie et de la Basse-Autriche. — NEMEC : Sur les cellules végétales centrifugées. — SLAVIK : Les schistes à chiastolite des environs de Rozmital. — SOBOTKA : Sur la construction d'une surface de 2e ordre avec 9 points. — ID. : Sur la construction des coniques par des points imaginaires. — SLAVIK : Sur les spilites dans l'Algonkien de Pribram. — VODRAZKA : Sur la séparation d'amidon dans la feuille. — SEBESTA : Contrib. à la mesure des self-inductions. — WOLDRICH : Les rapports géolog. dans la vallée du Kacakbach entre Unhost et Nenacovic. — ZELIZKO : Nouv. faune silurienne infér. de Rozmital en Bohême. — ID. : Addition à

LA PUBLICITÉ
DE LA REVUE GÉNÉRALE DES SCIENCES
Assure un RENDEMENT MAXIMUM
Par la DIFFUSION du JOURNAL
dans les MILIEUX TECHNIQUES
Adressez vos demandes de Renseignements, Tarifs et Propositions
au "Sce de la Publicité" Librairie Octave DOIN, 8, Place de l'Odéon — Paris, 6e.

la faune diluviale de Wolin. — PERNER : Sur de nouv. Phyllocarides de la couche F-f_1. — KLOUCEK : Sur les couches $\alpha_1\gamma$ et leur faune de Trilobites. — ZAVREL : Les parties buccales des larves de Tanypinés. — SOKOL : Sur l'inhomogénéité substantielle du magma à l'intérieur de la Terre. — STOCES : Etudes sur le district minéral de Bohutin. I. La diorite à quartz-biotite-hornblende de Bohutin. — ROSICKY : Contrib. à la pétrographie du massif granitique de la Bohême moyenne. — FRANKENBERGER : Contrib. à la morphologie et à la systématique de l'appar. sexuel du genre *Leucochroa* Beck. — SIMANDL : Contrib. au faisceau de surfaces de second ordre. — JANOSIK : Le développ. de la rate.

Proceedings of the National Academy of Sciences of the U. S. of America (Easton, Pa.), t. VIII, n° 7 (Juillet). WEGEL : L'examen physique de l'audition et des aides binauraux chez les sourds. — SHELDON et GEIGER : Production d'une f.é.m. dans un circuit clos par action de la lumière sur l'argentite. — BARUS : Résonateurs à trou d'aiguille positifs et négatifs. — EPSTEIN : L'évaluation des intégrales de quantum. — HALE : Taches solaires invisibles. — LEUSCHNER : Compar. de la théorie avec l'observ. pour les petites planètes 10 Hygiea et 175 Andromaque par rapport aux perturbations prod. par Jupiter. — ADAMS et JOY : Méth. pour trouver la distance des étoiles du type A. — ABBOT, FOWLE et ALDRICH : Les résultats principaux de 20 années d'observation de la radiation solaire. — HALSTEAD : Replantation de pattes entières sans suture des vaisseaux. — CHAMBERS : Dégénérescence et régénération des organes de la ligne latérale chez l'*Amiurus nebulosus*. — JOHNSON et BROWN : Isolement des pyrimidines de l'acide nucléique du bacille tuberculeux. — MAC KENZIE : La sensibilité relative de l'oreille à différents niveaux d'intensité. — VEBLEN : Coordonnées normales pour la géométrie des trajectoires. — SYNGE : Directions principales dans un espace riemannien. — ID. : Directions principales dans un champ solaire d'Einstein. — EISENHART : Les champs de vecteurs parallèles dans la géométrie des trajectoires. — PEARL et PARKER : Infl. de la densité de la population sur le taux de reproduction chez la Drosophile. — CLARK : L'évolution animale. — DACHNOWSKI : La corrélation des unités de temps et des variations climatiques dans les dépôts de tourbe des Etats-Unis et de l'Europe. — ANDERSON : La distribution de l'énergie spectrale et l'opacité dans les vapeurs d'explosion de fils. — N° 8 (Août). EISENHART : Espaces avec trajectoires correspondantes. — MILLER : Nombre de substitutions omettant au moins une lettre dans un groupe transitif. — MAST : Orientation photique chez les Insectes. — OSBORNE : L'*Hesperopithecus*, le premier Primate anthropoïde trouvé en Amérique. — OSBORNE et REEDS : Récentes découvertes sur l'antiquité de l'homme. — SHEWHART : Sur la mesure d'une quantité physique dont la grandeur est influencée par des causes primaires hors du contrôle de l'observateur et sur une méthode pour déterminer la relation entre deux quantités de ce genre. — FARNSWORTH : Le bombardement électronique du nickel. — MC KEEHAN : La structure cristall. du potassium. — WILLIAMSON : L'ionisation de la vapeur de K par la lumière. — HARRISON : L'absorption de la lumière par les vapeurs de Na et de K.

Journal of the Washington Academy of Sciences (Easton, Pa.), t. XII, n° 14 (19 août). WETMORE : Nouv. formes d'oiseaux néotropicaux. — BRITTON et ROSE : Les deux espèces du cactus *Peniocereus*. — KILLIP : Trois nouv. espèces de *Passiflora* du Vénézuela et de l'Equateur.

Journal of the Franklin Institute (Philadelphie), t. CXCIV, n° 2 (Août). SPRAGUE : Le contrôle automat. des trains. — HARKINS : La stabilité du noyau de l'atome, la séparation des isotopes et la règle des nombres entiers. — IVES : Le ver luisant comme source d'éclairage. — BUSH et CONNELL : L'effet des gaz adsorbés sur la conductivité du verre.

Philosophical Magazine and Journal of Science (Londres), n° du 1er août 1922. SMITH : Viscosité et dimensions molécul. de COS gazeux. — RANKINE : Structure molécul. de COS et de CS^2. — SLATER : L'élévation de l'activité de l'émanation du radium sous forme de rayonnement γ. — MUKHERJEE et PAPACONSTANTINOU : Preuve expérim. de la théorie, due à Smoluchowski, de la cinétique du processus de coagulation. — MUKHERJEE : L'adsorption des ions. — HICKS : Sur certaines suppositions de la théorie des spectres considérés comme dépendant d'orbites de quanta. — TOY : Sur la théorie de la courbe caractérist. d'une émulsion photograph. — MOSHARRAFA : Sur l'effet Stark pour les champs électr. forts. — TAKAGISHI : Sur les coeffic. d'amortissement des oscillations dans les circuits électr. triplement couplés. — KAR : Sur les potentiels électrodynam. des charges en mouvement. — HARWARD : Les relations identiques dans la théorie d'Einstein. — ROWELL : La partition de l'énergie dans le pendule double. — TOWNSEND : La vitesse des électrons dans les gaz. — MC TAGGART : L'électrisation à la limite entre un liquide et un gaz. — KING : Une démonstration de cours de modèles atomiques. — MURRAY : Infl. de la dimension des particules colloïdales sur l'adsorption des électrolytes.

The Philippine Journal of Science (Manille), t. XX, n° 3 (Mars). SCHENCK : Physiographie et géologie de l'Ile Samar (Philippines). — LALLEMAND : Cercopides nouv. des Philippines. — WELLES : Identific. de bactéries pathogènes pour les plantes aux Philippines. — HARTENDORP : Résultats de tests d'intelligence aux Philippines. — MC LEAN et LEE : Pressions néces-

Pour Comprendre EINSTEIN !

PAR

L'Abbé Th. MOREUX

DIRECTEUR DE L'OBSERVATOIRE DE BOURGES

Un exposé CLAIR et sans FORMULES mathématiques des Idées d'Einstein; une critique serrée et impartiale des théories de la relativité ; des vues originales et nouvelles sur l'ESPACE et le TEMPS, en accord avec la Science moderne; telles sont les raisons du succès près du grand public du nouvel ouvrage de l'Abbé MOREUX

Un volume in-16 de 256 pages avec figures dans le texte

SEPT FRANCS

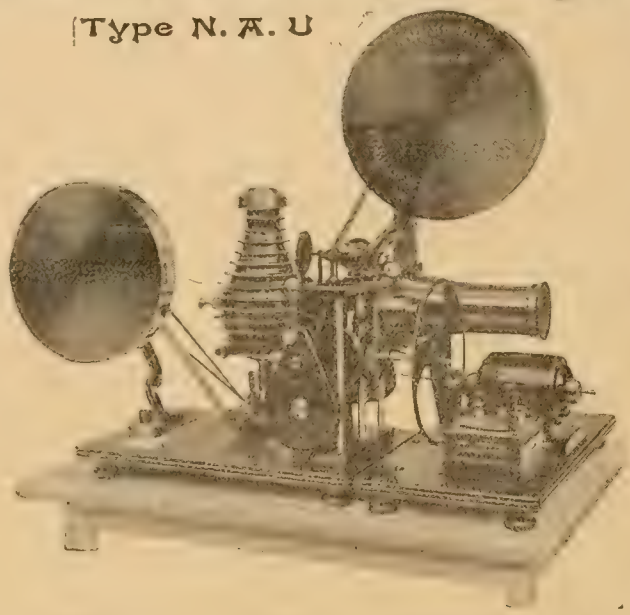
(plus 10 °/o pour frais de port et emballage)

Gaston DOIN, Editeur, 8, place de l'Odéon, Paris-6e

Appareil Pathé-Enseignement

(Type N. A. U

Adopté par le Ministère de l'Instruction publique, les Universités, les Facultés, les Grandes Ecoles.



Admis, sans cabine, dans les séances publiques par la Préfecture de Police

Construit par les Etablissements CONTINSOUZA

SIMPLE — ROBUSTE — STABLE — LE PLUS LUMINEUX

Permettant l'arrêt sur les images du film

Le meilleur appareil pour les conférences et l'enseignement

Service de l'Enseignement — Pathé Consortium Cinéma

67, Rue du Faubourg-Saint-Martin, PARIS (10e)

PRÉPARATIONS COLLOÏDALES

(Métaux Colloïdaux électriques à petits grains.
Colloïdes électriques et chimiques de métalloïdes ou de dérivés métalliques)

Electrargol	(Argent)	**Electroplatinol** . . .	(Platine)
Electromartiol. . . .	(Fer)	**Electrorhodiol** . . .	(Rhodium)
Electraurol	(Or)	**Electriridiol**.	(Iridium)
Electr-Hg	(Mercure)	**Electropalladiol** . .	(Palladium)
Electrocuprol . . :	(Oxyde de cuivre)	**Thiarsol**.	(Sulfure d'arsenic)
Electrosélénium. . .	(Sélénium)	**Collothiol**	(Soufre)

Obtenues par la méthode chimique ou par la méthode physique (électrique), les solutions colloïdales sont constituées par la suspension en milieu liquide d'une infinité de grains ultramicroscopiques, animés du mouvement brownien et présentant une charge électrique de signe défini. Grâce à la grande surface de ces grains, les colloïdes présentent un énergique pouvoir catalytique et fermentaire.

Les colloïdes possèdent d'importantes propriétés biologiques, bien étudiées depuis que l'on sait le rôle des colloïdes naturels dans la physiologie normale. Injectés à l'homme ou aux animaux, ils augmentent les oxydations et les échanges nutritifs, ils stimulent la défense contre les toxines et les fonctions d'élimination, ils provoquent un mouvement leucocytaire très marqué.

Les colloïdes sont d'un usage thérapeutique courant : les métaux (type : Electrargol) sont des médicaments antiinfectieux de premier ordre (toutes maladies infectieuses) ; on emploie certains colloïdes comme spécifiques (Electr-Hg — Electrosélénium — Electrocuprol — Electromartiol — Collothiol).

Les Laboratoires Clin préparent tous les colloïdes qu'il est possible d'obtenir dans l'état actuel de la science.

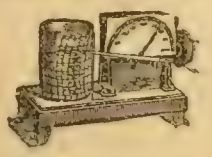
Pour l'expérimentation thérapeutique ou les usages de laboratoire, les Laboratoires Clin délivrent des préparations colloïdales pures, à constantes physiques définies.

Laboratoires CLIN, 20, rue des Fossés-Saint-Jacques, PARIS

Appareils de mesure et de contrôle

POUR LES SCIENCES ET L'INDUSTRIE

Thermomètre enregistreur.



Cinémomètre enregistreur.

Ampèremètre cadran.

ENREGISTREURS BREVETÉS S. G. D. G.

écrivant à l'encre leurs indications d'une façon continue sur papier se déplaçant en fonction du temps.

MÉTÉOROLOGIE

Actinomètres, anémomètres, anémoscopes, baromètres, hygromètres, pluviomètres, psychromètres, thermomètres enregistreurs.

MÉCANIQUE

Dynamomètres de traction, de rotation, enregistreurs. Indicateurs dynamométriques système Richard. Manomètres enregistreurs et à cadran. Cinémomètres enregistreurs ou à cadran donnant d'une façon absolue la vitesse en mètres par seconde ou le nombre de tours par minute d'un arbre, d'une machine, etc., etc.

INDUSTRIE

Indicateurs de niveau d'eau enregistreurs transmetteurs à distance. Hydromètres enregistreurs. Manomètres enregistreurs ou à cadran. Thermomètres avertisseurs, à cadran, enregistreurs. Pyromètres, etc., etc.

ÉLECTRICITÉ

Ampèremètres et voltmètres enregistreurs ou à cadran. Wattmètres enregistreurs. Ohmmètres. Boîtes de contrôle, etc.

PHOTOGRAPHIE

Le **Vérascope**, Le **Glyphoscope**, Le **Taxiphote**, brevetés S. G. D. G.
(Voir le numéro précédent.)

Baromètre enregistreur

Manomètre enregistreur.

Voltmètre enregistreur

OXYGÉNATEUR DE PRÉCISION du Dr Bayeux (breveté S.G.D.G.)
le seul permettant d'effectuer les injections d'oxygène avec précision et sécurité.

GRANDS PRIX
aux Expositions
Liége 1905, Lyon 1914
HORSCONCOURS
MEMBRE DU JURY

JULES RICHARD,

Fondateur et successeur de la Maison RICHARD Frères

25, Rue Mélingue (anc. imp. Fessart), **PARIS, XIXe**
Exposition et Vente : 10, rue Halévy (près l'Opéra).
Envoi des Notices illustrées sur demande.

Adresse télégraph. :
Enregistreur-Paris
Téléph. Nord 19.63

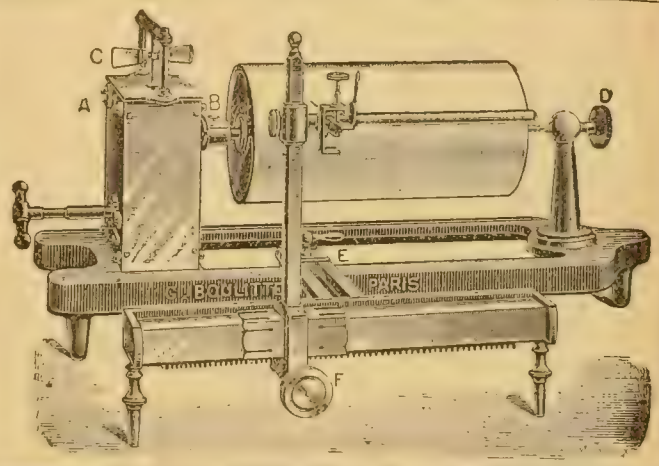
Ancienne Maison Ch. VERDIN, ✻, ✪, ✠

G. BOULITTE, Succ

Ingénieur-Constructeur à PARIS
15 à 21, rue Bobillot, PARIS (13e)
(anciennement 7, rue Linné)

Appareils de précision pour la PHYSIOLOGIE et la MÉDECINE

ENREGISTREURS, MOTEURS ÉLECTRIQUES A VITESSE CONSTANTE, CHRONOGRAPHES, CHRONOSCOPES, SIGNAUX ÉLECTROMAGNÉTIQUES DE M. DEPREZ, ÉLECTRODIAPASONS, MANOMÈTRES, DYNAMOMÈTRES, SPHYGMOGRAPHES, ETC.



Extrait HAMYD

HAMAMELIS & HYDRASTIS
SANS ALCOOL

CONTRE TOUS LES ÉTATS CONGESTIFS

VARICES
HÉMORROÏDES
VARICOCÈLES
PHLÉBITES
FIBROMES
MÉTRITES

VERTIGES
BOURDONNEMENTS
NÉVRALGIES
PUBERTÉ
MÉNOPAUSE

Échantillons & Littérature sur demande : **27, Faubg Montmartre, PARIS-9e**

saires pour causer l'infection des stomates avec l'organisme du chancre du citron. — Gomez, Navarro et Kapauan : La réact. de Schick chez les Philippins. — Lee : Relation entre l'âge des tissus du citron et la susceptibilité au chancre du citron. — Shufeldt : Specimen monté de l'aigle mangeur de singes (*Pithecophaga jefferyi*) des Phillipines. — Muir : Trois nouv. esp. de Derbidés. — Wells, Aggaoili et Feliciano : Le riz philippin. — Salvador : La valeur alimentaire des bananes philippines. — N° 4 (Avril). Merrill : Plantes philippines nouv. ou importantes. XVII.

2° Mathématiques

L'Enseignement mathématique, t. XXII, nos 3-4 (Juillet). Fréchet : Familles additives et fonctions additives d'ensembles abstraits. — Appell : Sur les foyers rationnels d'une courbe algébrique. — Turrière : Sur les foyers rationnels des courbes planes. — de Jans : Sur les tractrices et les courbes équitangentielles. — Delens : Sur certaines identités géométriques et leur traduction algébrique. — Tiercy : Sur le déplacement d'un point dans l'espace à *n* dimensions. Géométrie du *n*-èdre. — Nievenglowski : Sur les formules de Lorentz. — Winants : Applications géométriques de la cristallographie. — Petroniévics : Déduction des dérivées de fonctions circulaires par la méthode géométrique des limites. — Child et Id. : Déduction géométrique de l'expression pour le rayon de courbure. — Buhl : Camille Jordan.

Bulletin of the American mathematica Society (Lancaster et New-York), t. XXVIII, n° 4 (Avril-Mai). Mac Millan : Le moment d'inertie dans le problème des N corps. — Miller : Substitutions commulatives avec chaque substitution d'un groupe intransitif. — Hart : Déterminants infinis sommables. — Carmichael : Guides algébriques vers les problèmes transcendentaux.

3° Astronomie et Météorologie

The Observatory (Londres), t. XLV, n° 579 (Août). Macpherson : La conception du monde d'Herschell à la lumière de l'Astronomie moderne. — Eddington : J. C. Kapteyn. — Jeffreys : La réunion de l'Union internationale géodésique et géophysique à Rome du 2 au 10 mai 1922.

Monthly Weather Review (Washington), t. L, n° 5 (Mai). Gregg : Un Service aérologique des Etats-Unis. — Mitchell : La relation entre la vitesse des anticyclones et la direction et la vitesse des vents à l'ouest et au sud-est de la pression la plus élevée. — Skiguchi : L'emploi des isobares de niveau plus élevé dans la prévision journalière du temps. — Jackl : Les circonstances météorolog. de la 13e course nationale de ballons, le 31 mai 1922. — Morris : La tornade d'Austin le 4 mai. — Fitzpatrick : La saison sèche 1921-22 dans la zone du canal.

4° Art de l'Ingénieur

Journal of the Royal Society of Arts (Londres), t. LXX, n° 3637 (4 août). Mitchell : Les encres. — N° 3638 (11 août). Crowley : Emploi et avantages de l'énergie électr. à l'usine. I. — N° 3639 (18 août). Crowley : *Id.* II. — N° 3640 (25 août). Crowley : *Id.* III.

Revue de Métallurgie, t. XIX, n° 8 (Août). Guillet : De Réaumur (1683-1757.) Sa vie, son œuvre. — De Réaumur : L'art de convertir le fer forgé en acier et l'art d'adoucir le fer fondu. — Clements : La pratique du four Martin en Angleterre. — Guillet : Les aciers au chrome et leurs récentes applications. — Benedicks : Sur la théorie Beilby de l'état amorphe des métaux.

5° Sciences physiques

The Physical Review (Lancaster et Ithaca), 2e sér., t. XIX, n° 6 (Juin). Fletcher et Wegel : La sensibilité à la fréquence des oreilles normales. — Zeleny : Sur les caractéristiques des points de décharge très sensibles. — Kennard et Richmond : Sur la réflexion par un miroir en mouvement et l'expérience de Michelson-Morley. — Epstein : Problèmes de la théorie des quanta considérés à la lumière de la théorie des perturbations. — Rognley : Le champ électr. d'un sphéroïde magnétisé tournant autour de l'axe de magnétisation. — Wait : L'effet de Hall et la résistance spécif. des pellicules d'argent. — Germann : L'analyse thermique aux basses température. — Fraynes : Les caractéristiques dynamiques unilatérales des tubes à vide à 3 électrodes.

Bulletin de la Société chimique de France, t. XXXI-XXXII, n° 8 (Août). Florentin : Les progrès récents dans la chimie du carbone et de la houille. — Bertrand et Vladesco : Sur l'intervention probable du zinc dans les phénomènes de fécondation chez les animaux vertébrés. — Delépine : Sur l'autoxydation des composés sulfurés organiques. — Durand : Sur les « catalyseurs et l'équilibre chimique ». — Foix : Sur la composition et le pouvoir calorifique de la houille provenant des couches profondes de la mine de Kénadza (Algérie). — Maquenne : Sur l'interversion du saccharose par la liqueur cupro-alcaline. — Matignon et Marchal (Mlle) : La transformation du formiate de soude en oxalate. — Polonovski : Nouvelle méthode de séparation qualitative des métaux alcalino-terreux. — Id. : Dosage volumétrique approximatif du baryum.

Recueil des travaux chimiques des Pays-Bas, t. XLI, nos 7-8 (Juillet-Août). Wibaut : L'énergie des liaisons atomiques chez les hydrocarbures sat. et non sat. — Nijk : Etude comparative des acides phényl-phosphiniques et phénylarsiniques substitués dans le noyau. — Schonebaum : L'action de l'ozone sur des solutions pures de maltose. — Id. : L'action de l'eau oxygénée sur des solutions pures de glycose, de fructuose, de saccharose, de lactose et de maltose. — Ter Meulen : Le dosage de l'oxygène dans les composés organiques.

Anales de la Sociedad española de Física y Química (Madrid), t. XX, n° 191 (Mars). Moles et Miravalles : Sur la compressibilité des divers matras dans la détermin. de la densité des gaz. — Maestre Ibanez : Etudes sur le piment. I. — Rodriguez Mourelo : Sur la thermotropie. — N° 192 (Avril). Honigschmid et Birckenbach : Revision du poids atom. du bore. Analyse du trichlorure de bore. — Cabrera et Pina : Variation de la constante magnét. du cation oxychromique par l'action de l'ac. sulfurique. — Madinaveitia : Sur l'ac. abiétique. — Moles et Crespi : Nouv. revision de la densité de l'oxygène.

The Journal of the American chemical Society (Easton, Pa.), t. XLIV, n° 8 (Août). Huggins : La conjugaison et la structure du benzène. — Crocker : Applic. de la théorie de l'octet aux comp. aromat. à un seul noyau. — Noyes et Wilson : La constante d'ionisation de HClO. Preuve d'une ionisation amphotère. — Pease et Taylor : La formation catalyt. de la vapeur d'eau au moyen d'H et O en prés. de Cu et CuO. — Strickler et Mathews : Etudes d'endosmose électr. — Isaacs : Détermin. colorimétr. de H^2O^2. — Lenher : Quelques propriétés de l'oxychlorure de Se. II. — Id : L'oxybromure de Se. — Corran et Lewis : L'effet du sucrose sur les activités des ions Cl et H. — Gerke : Le coeffic. de température. de la f. é. m. des piles galvaniques et l'entropie des réactions. — Venable et Moehlmann : Le ferro- et le ferri-cyanure de Zr. — Venable et Linfberry : Le citrate de zirconyle. — Maass et Boomer : Les densités de vapeur aux basses pressions et sur un intervalle de température. étendu. I. Les propriétés de l'oxyde d'éthylène comparé aux comp. oxygénés de poids molécul. analogue. — Evans et Hoover : L'oxydation de l'acétol avec le permanganate de K. — Gutekunst et Gray : Les 6-alkyl-oxyquinaldines. — Read : Rech. sur les hydantoïnes. Synthèse de la 4 : 4-phényléthylthydantoïne soporifique (nirvanol). — Ekeley, Rogers et Swisher : L'act. de l'anhydride acétique sur quelques ac. benzylidène-anthraniliques. V. — Aldrich et Blanner : Dér. des alcools butyl. tertiaires trihalogénés. — Howard : Hydrolyse enzymat. du succinate de benzyle. — Harding : La préparation du fructose. — Smith : Comp. d'addition des halogénures d'or avec le sulfure de benzyle. — Phillips : Prépar. du 6'6'-di (α-hydroxyisopropyl)-indigo à partir du *p*-cymène. — Adams, Roman et Sperry : La structure des comp. des oléfines avec les sels de Hg. Dihydrobenzofurane mercuré. — Raiford et Couture : La migration de l'acyle de N à O. — Chiles et Noyes : Comp. diazoïques optiquem. actifs. II. — Gomberg et Sullivan : Le triphénylméthyle. XXX. Le diphényl-β-naphtylméthyle et la couleur des radicaux libres.

Zeitschrift fur Elektrochemie (Leipzig), t. XXVIII, n° 8 (1er août). Weise : Sur la séparation électrolyt. des alliages Cu-Sn. — Luers et Landauer : Le point isoélectr. de l'albumine végétale « leucosine ». — Alterthum : Sur la théorie de la recristallisation.

6° Sciences naturelles

Comptes rendus des séances de la Société de Biologie, t. LXXXVII, n° 26 (15 juillet). Babonneix : De certaines hétérotopies observées dans les encéphalopathies infantiles. — Brocq-Rousseu, Urbain et Cauchemez : La réaction de déviation du complément au moyen de l'antigène de Besredka, appliquée au diagnostic de la tuberculose bovine. — Guillaume : A propos des phénomènes vaso-moteurs dans l'attaque d'épilepsie. — Képinow : Contribution à la question du rôle de la glande thyroïde dans le phénomène d'anaphylaxie. — Lapicque : Sur les corpuscules qui montrent l'agitation protoplasmique chez les Spirogyres. — Id. : Excitabilité électrique des chromatophores chez les Spirogyres. — Id. et Kergomard : Changements dans la réaction de l'eau douce sous l'action des plantes aquatiques. — Lemeland : Méthode de dosage des acides gras totaux et de l'insaponifiable dans les tissus et humeurs de l'organisme. — Le Noir, Richet fils et Mathieu de Fossey : Action du bicarbonate de soude introduit par voie rectale sur l'acidité gastrique. — Levaditi et Nicolau : Affinité du virus herpétique pour les néoplasmes épithéliaux. Id. et Id. : Herpès et encéphalite. — Noc : Vaccination contre la peste par la voie buccale. A propos de la note de MM. Leger et Baury. — Pachon et Petiteau : Myogrammes négatifs et myogrammes neutres de secousses de gonflement : leur existence et leurs caractères respectifs. — Ramond et Lizine : Remarques sur la digestion gastrique. — Schulmann et Justin Besancon : Dosage du bleu de méthylène en circulation dans le sang. — Bonnefon : La tension oculaire après ponction de la chambre intérieure. — Carles, Blanc et Leuret : L'élimination des médicaments par la muqueuse intestinale. — Id., Id. et Leuret : Le rôle de suppléance de la muqueuse intestinale dans l'élimination des médicaments. — Pachon et Fabre : De la constance du cardiogramme négatif en décubitus latéral gauche comme élément de diagnostic dans la symphyse du péricarde. — Id. et Petiteau : Sur le déterminisme des ondulations secondaires des myogrammes de gonflement. — Faure : De l'homogénéisation des crachats tuberculeux par auto-digestion et de son application à la clinique. — Gallavardin et Dumas : Pouls bigéminé continu par extra-systolie auriculaire négative. — Id. et Id. : Troubles de conduction des branches hisiennes dans l'extra-systolie auriculaire négative. — Gaté et Papacostas : La formolgélification des sérums dans diverses maladies. — Maignon et Yung : Sur l'apparition de surcharge graisseuse hépatique chez

les rats blancs soumis à une alimentation exclusive de caséine ou de fibrine. — MASSIA et GRIGORAKIS : Sur le rôle pathogène du *Spirochaete dentium*. — MOURIQUAND, MICHEL et BERTOYE : Effets de l'évolution d'une infection par le bacille de Koch sur la marche du scorbut expérimental du cobaye. — COLLIN : Sur le cycle sécrétoire de la cellule hypophysaire. — ID. et MERLAND : Gaine de Schwann et endonèvre. — LIENHART : Sur la présence aux environs de Nancy de l'Orthoptère *Barbitistes serricauda*. — MUTEL et REMY : Sur le déterminisme de l'orientation des travées osseuses du corps vertébral. — PARISOT et HERMANN : Action du pneumothorax artificiel expérimental sur les échanges respiratoires. — ID. et ID. : Modifications apportées à la ventilation pulmonaire par la suppression artificielle d'un poumon. — WATRIN : Foyers d'érythropoïèse dans l'hypophyse de cobaye gravide. GIUSTI et HOUSSAY : La vagotomie bilatérale chez le Cobaye. — GIUSTI et HUG : Ectopie cardiaque cervicale chez un Bovin. Les ondes présphygmiques du pouls. — HOUSSAY et LEWIS : Les fonctions des chiens privés de la substance médullaire surrénale. — MALDONADO MORENO : Action de quelques médicaments populaires sur l'utérus isolé de cobaye. — PICO : Action des digitaliques sur le cœur isolé de *Leptodactylus ocellatus*. — BELLOCQ : Le labyrinthe osseux chez le chien. — ID. : Les aqueducs du vestibule et du limaçon chez l'enfant nouveau-né. Leur valeur fonctionnelle chez l'homme. — FONTÈS et WELTER : Le cyanure mercurique, agent de conservation du taux de l'urée sanguine. — GERLINGER : Sur l'existence d'un cycle sécrétoire pendant la période du rut dans les cornes utérines des Mammifères. — NICLOUX et WELTER : Microdosage de l'urée dans le plasma sanguin, la lymphe, le liquide céphalo-rachidien. — RHEIN : Un microbe producteur de paracrésol.

Bulletin de la Société Zoologique de France (Paris), t. XLVII, n° 5 (Mai). — CH. PÉREZ : Sur deux Crustacés paras. de la *Galathea squamifera* Leach. — L. PETIT : L'arrivée des Hirondelles en 1922. — TH. MONOD : Sur un essai de classific. rationn. des Isopodes. — M. PRENANT : Sur une nouv. série naturelle de pigments animaux. — R. ANTHONY : Brèves observ. sur la *Praniza* (f. larv. de *Gnathia*) dans la baie de Douarnenez. — ED. CHATTON et H. HARANT : Notes sur les Copépodes Ascidicoles. XI : *Enterocola Betencourti* Canu, *Ent. pterophora* Ch. et Br., *E. mammifera* n. sp. XII : L'*Enteropsis sphinx* Aurivillius et l'*E. teres* Auriv. — A. VANDEL : Sur la faune d'eau douce des Pyrénées-Orient.

Rivista di Biologia (Rome), t. IV, fasc. III (Mai-Juin). LOTSY : Les rapports entre l'hybridisme et la cytologie. — POLLACCI : Les mycètes du corps humain et des animaux. — FRASSETTO : Le nombre et la variété des types constitutionnels et des combinaisons morpholog. individuelles en Anthropologie et en Médecine. — VISCO : Les graisses et hydrates de carbone dans l'alimentation. II. — PIROCCHI : Les progrès de la génétique appliquée et la nécessité d'une organisation zootechnique efficace.

Archivio di Scienze biologiche (Naples), t. III, n°s 1-2 (Janv.-Févr.). GAYDA : Rech. d'électrophysiologie dans le développem. ontogénétique du *Bufo vulgaris*. — BUGLIA et BARBIERI : Pourquoi le venin d'anguille introduit par voie gastrique n'est pas toxique. — GIANFERRARI : Infl. de l'alimentation avec des capsules surrénales, de l'hypophyse et de l'épiphyse sur la pigmentation cutanée et le rythme respiratoire du *Salmo fario*. — CHISTONI : Act. de la quinine sur l'utérus isolé de Mammifère. — QUAGLIARIELLO : Sur le spectre d'absorption de la méthémoglobine, et sur une prétendue transform. de la méthémoglobine en oxyhémoglobine par l'açt. des alcalis. — RONGIONE : Variation de la pression osmotique dans les graines en germination. — BUGLIA : Sur le développem. des graines d'orge dans l'atmosphère à basse pression. — SCAFFIDI : Rech. sur la physiopathol. du cœur. I. Accélér. thermique de la vitesse de propagation du stimulus automatique de l'oreillette au ventricule. — DI MACCO : *Id.* II. La fonction du cœur durant l'hibernation. — BOTTAZZI : Problèmes d'alimentation de l'homme. — N°s 3-4 (Mai-Juin). GIUFFRIDA-RUGGERI : La *distancia cristarum* dans la ceinture pelvienne chez l'homme. — FLECCHIA : Réact. musculaires aux variations de poids dans l'exercice bimanuel et dans la fatigue. — PELLEGRINI : Sur les modific. hémodynamiques prod. par l'asphyxie. — WENBACHER : Sur la formation des membranes à la surface des liquides protéiques. — KOPACZEWSKI : La tension superfic. en Biologie. IV. La tension superfic. et la narcose. — COSTANTINO : La fermentation alcool. en relation avec l'activité des Saccharomycètes. — MOSCATI : Le bore dans l'organisme animal. — QUAGLIARIELLO : La réduction de la méthémoglobine par le sulfure d'Am. — LOCATELLI : Act. de l'extrait autolysé de graines non germées sur les pigeons soumis à un régime sans vitamines. — BOTTAZZI : Act. de la température. sur les tissus et sur leurs composants colloïdaux. III. — BOSSA : *Id.* IV. — DE GRECCHIO : *Id.* V. — AZZI : Rech. sur la phagocytose des bacilles tuberculeux. I. — DI MACCO : Rech. sur la façon dont se comporte la tension superfic. dans l'agglutination. — BETTI : Sur l'existence des nerfs vasomoteurs du poumon. — GAYDA : La product. de chaleur chez la grenouille dans diverses conditions expérim. IV. — SCAFFIDI : Rech. sur l'importance du foie dans la synthèse de l'ac. urique. — QUAGLIARIELLO : Act. des aci es et des alcalis sur l'hémoglobine. — BOTTAZZI : Les problèmes de l'alimentation de l'homme (*fin*).

Archivio di Fisiologia (Florence), t. XX, fasc. II (Mars-Avril). SPADOLINI : Sur la destruction physiolog. des érythrocytes par la méth. des injections vitales de bleu de méthylène. — RONCATO : Contrib. à la physiologie des vaisseaux et à celle du tissu musculaire lisse. V. Act. des tractions improvisées et des tractions continues sur le mouvem. rythm. des vaisseaux. VI. Les contractions rythm. et spontanées de la veine porte. — SPADOLINI : Avitaminose et lésions expérim. des nerfs mésentériques. — ROSSI : Effets de l'ablation corticale cérébellaire sur l'interruption du circuit sanguin. — SACCARDI : Mélanine d'origine adrénalique. — Fasc. III (Mai-Juin). GAYDA : Contrib. à l'étude de la physiol. de la thyroïde de la grenouille. — ANDO : Rech. sur la nature du processus de transform. de la créatine en créatinine dans l'organisme. — PIRAS : Sur la démonstration microchim. de l'urée.

7° Sciences médicales

Bulletin de l'Académie de Médecine, t. XXXVII, n° 30 (25 juillet). GUILLAIN, KUDELSKI et LIEUTAUD : Syndrome de Mikulicz apparu au cours d'une encéphalite épidémique. — SENCERT et BLUM : Un cas d'artériotomie pour obstruction embolique de l'axillaire suivie de guérison complète et définitive. — RENAUD et DUCHEIN : La vaccination antityphique des nourrissons. — MARTIN, KING-LI-PIN et VASSITCH : Effets de l'administration des diastases tissulaires hépatiques sur la crise hémoclasique digestive provoquée et la glycosurie phloridzique. — PŒNARU CAPLESCO et DEMÈTRE PAULION : Sur les troubles nerveux d'origine appendiculaire. — DELAMARE : Choléra et porteurs de vibrions dans la région de Constantinople de 1920 à 1922.

Annales de l'Institut Pasteur, t. XXXVI, n° 8 (Août). NICOLLE et CONSEIL : Vaccinations préventives par voie digestive chez l'homme dans la dysenterie bacillaire et la fièvre méditerranéenne. — BLANC, MÉLANIDI et CAMINOPETROS : Recherches expérimentales sur une maladie éruptive de la chèvre, observée en Grèce. — NAVARO MARTIN et STÉFANOPOULO : Action de l'aminophénolarsinate de soude (189) sur les trypanosomiases expérimentales du cobaye.

Revue de Microbiologie et d'Epidémiologie (Saratov, Russie), t. I (1922), n° 2. S. NIKANOROFF : La question du rôle des chameaux dans l'épidémiologie de peste dans la région d'Astrakan. — W. PERWOZWANSKY : Les espèces de levures du cumin et du kéfir. — F. KITAEFF : Sur la structure des Bactéries. — P. PODIAPOLSKY : Quelques mots sur le typhus. — F. KITAEFF : Un cas d'abcès amibien du foie. — S. ILOWAISKY : Contrib. à la connaissance des Amibes de l'abcès hépatique dans la dysenterie.

The Journal of industrial Hygiene (Boston), t. VI, n° 4 (Août). HAMILTON : L'hygiène industr. du coupage des fourrures et de la fabric. des chapeaux de feutre. — FARMER : Le temps et l'étude des mouvements. — CRAIG : La tuberculose chez les travailleurs industriels. — DRINKER : Certains aspects du problème de la toxicité du zinc.

8° Géographie et Colonisation

Annales de Géographie, t. XXXI n° 172 (15 juillet). FERRAND : Le pilote arabe de Vasco de Gama et les instructions nautiques des Arabes au XVe siècle. — BLANCHARD : Migrations alpines. — DE MARTONNE : Le massif du Bihar (Roumanie). — GALLOIS : L'œuvre géographique d'Eratosthène. — BAULIG : Un inventaire de la production minérale du monde. — MUSSET : La reconstitution agricole des régions dévastées du Nord et du Nord-Est de la France. — COMBE : Thiers et la vallée industrielle de la Durolle. — PEYRE : La vigne en Italie. — FICHELLE : La population de la république tchécoslovaque.

La Géographie, t. XXXVIII, n° 2 (Juillet-Août). BRUNEAU DE LABORIE : Au Lac Tchad (1920-21). — VALLAUX : Un petit pays de la vieille France : le Vendômois. — RUSSO : Le pays Rehamna (Maroc occidental).

CHEMIN DE FER DE PARIS A ORLÉANS

Relations directes entre Paris-Quai d'Orsay et Barcelone

Billets directs simples et d'aller et retour
(1re, 2e et 3e classes)

Enregistrement direct des bagages
Voitures directes. Wagons-Lits. Wagon-Restaurant

1° Par Limoges-Toulouse-Narbonne

ALLER

Express. — Départ. — Paris-Quai d'Orsay 21 h. 30 (Wagon-Lits et Voitures directes toutes classes de Paris à Port-Bou). Arrivée. — Barcelone 19 h. 25 (voitures de luxe sur le parcours espagnol). Arrivée. — Barcelone 22 h. 24 (toutes classes).

Express. — Départ. — Paris-Quay d'Orsay 10 heures (Wagon-Restaurant de Paris à Toulouse). Arrivée. — Barcelone 7 h. 42 (toutes classes).

RETOUR

Express. — Départ. — Barcelone 5 h. 40 (toutes classes). Départ. — Barcelone 8 h. 50 (voitures de luxe sur le parcours espagnol). Arrivée. — Paris-Quai d'Orsay 8 h. 54 (Wagon-Lits et voitures directes toutes classes de Cerbère à Paris).

2° Par Tours-Bordeaux-Narbonne

ALLER

Express. — Départ. — Paris-Quai d'Orsay 8 h. 25 (Wagon-Restaurant de Paris à Bordeaux). Arrivée. — Barcelone 7 h. 42 (toutes classes).

RETOUR

Express. — Départ. — Barcelone 17 h. 25 (Wagon-Restaurant de Bordeaux à Tours). Arrivée. — Paris-Quai d'Orsay 17 h. 40 (toutes classes).

CHEMIN DE FER DE PARIS A ORLÉANS

Casablanca à moins de 3 jours de Paris

Dont 24 heures seulement de traversée.

Les paquebots de la ligne Bordeaux-Maroc de la Cie Transatlantique feront escale à Lisbonne à dater du départ du 20 octobre 1922; l'attention du public est attirée sur l'intérêt que présente ce nouvel itinéraire pour les voyages à destination ou en provenance du Maroc.

Le passage à l'escale sera combiné de manière à donner correspondance directe avec le Sud-Express. A l'aller les voyageurs parvenus à Lisbonne par ce train, à 21 heures, s'embarqueront immédiatement pour continuer leur voyage sur Casablanca; ils arriveront à destination le matin du 3e jour après celui de leur départ de Paris, avec 24 heures seulement de traversée. Au retour, les paquebots partis la veille au matin de Casablanca toucheront dans la matinée à Lisbonne, où les voyageurs pourront trouver le Sud-Express partant à 11 h.35 qui les amène le lendemain soir à Paris.

Des notes ultérieures fourniront tous renseignements sur les facilités offertes par la Cie d'Orléans de concert avec la Cie Transatlantique.

CHEMINS DE FER DE PARIS A LYON ET A LA MÉDITERRANÉE

Facilités de transport consenties aux visiteurs de l'Exposition Coloniale de Marseille

En vue de faciliter la visite de l'Exposition de Marseille, la Compagnie Paris-Lyon-Méditerranée a pris les mesures ci-après :

1° *Trains spéciaux à prix réduits.* — Des trains spéciaux de 2e et 3e classes comportant une réduction de 50 °/. sur le plein tarif seront mis en marche, au départ de Paris et des principales gares du Réseau, à des dates qui seront fixées ultérieurement. Les billets donnant droit au train spécial auront une validité de quinze jours. Pour le retour au point de départ, les voyageurs pourront emprunter les trains du service ordinaire.

2° *Voyages en groupes.* — Une réduction de 40 °/. est consentie aux groupes, effectuant un parcours simple minimum de 25 kilomètres, composés de dix voyageurs au moins et de vingt-cinq voyageurs au plus, se rendant à Marseille, sans faire usage des trains spéciaux, pour y visiter l'Exposition. Ces billets ont la même durée de validité que les billets d'aller et retour ordinaires, avec un minimum de huit jours.

3° *Visiteurs de l'Exposition se déplaçant isolément autour de Marseille.* — Pour permettre aux visiteurs de l'Exposition de parcourir le littoral, il est délivré des billets spéciaux d'aller et retour de Marseille à Cannes, Nice et Menton, valables quinze jours et donnant droit, tant à l'aller qu'au retour, à deux arrêts en cours de route.

Rappelons également que les billets d'aller et retour délivrés de toute gare française, pour Marseille, pendant l'Exposition, ont une validité exceptionnelle de huit jours, lorsque leur validité normale est inférieure à cette période. D'autre part, les voyageurs porteurs de billets simples ou d'aller et retour pour les gares au-delà de Marseille peuvent s'arrêter à Marseille pendant soixante-douze heures. Ce délai de soixante-douze heures s'ajoute à la durée normale de la validité du billet.

ISIS

REVUE INTERNATIONALE
CONSACRÉE A
L'HISTOIRE DE LA SCIENCE ET DE LA CIVILISATION

Dirigée par **George SARTON**, D. Sc.

Associé de la Carnegie Institution de Washington
(24, Agassiz str., Cambridge, Mass. E.U.A.)

Isis est rédigée principalement en anglais. La partie essentielle en est la Bibliographie critique de toutes les publications relatives à l'Histoire, la Philosophie et l'Organisation de la Science et l'Histoire de la Civilisation. Les trois premiers volumes (1.880 pages) contiennent environ 5.620 notes bibliographiques, 312 comptes rendus et 43 articles. — **Isis** est le principal centre d'information relatif à l'Histoire et à la Philosophie de la Science et l'organe du Nouvel Humanisme. 1 vol. d'environ 600 p. (en 2 ou 3 fascicules) paraît en dans 12 ou 18 mois.

La souscription au vol. IV est ouverte. Chaque volume coûte 50 francs (éd. sur papier de Hollande à partir du tome II, 100 francs).

SOCIÉTÉ WEISSENBRUCH
49, RUE DU POINÇON
BRUXELLES (BELGIQUE)

AVIS

Par suite de l'abondance de matières, nous sommes obligés de renvoyer à un autre numéro la réponse de M. d'Ocagne à l'article de M. Soreau inséré dans notre précédent fascicule.

LIVRES REÇUS

Tous les livres reçus par la Revue *sont signalés sous cette rubrique avec une brève indication de leur contenu, sans préjudice de l'analyse critique dont ils pourront être ultérieurement l'objet dans la partie bibliographique de la* Revue.

1° Sciences physiques

WARNANT (L.) : *Les Théories d'Einstein. Essai de réfutation. Examen critique.* 1 vol. in-12 de 144 p. (Prix : 6 fr.). Librairie Félix Alcan, Paris, 1922.

Dans la pensée de l'auteur, ses objections et observations s'adressent principalement aux vulgarisateurs des théories de la Relativité et à M. Einstein lui-même en tant que vulgarisateur de son propre système dans la brochure : « La théorie de la relativité restreinte et généralisée ».

ROUSSET (H.) : *Les Confitures.* 2e édition, revue et augmentée. 1 vol. in-16 de XII-192 p. avec 29 fig. (Prix : 7 fr. 50). Desforges, 29, quai des Grands-Augustins, Paris, 1922.

Précis de technologie ménagère et industrielle des gelées, confitures, pâtes de fruits, compotes, sirops, miels, marmelades et fruits confits.

2° Sciences naturelles

Mémoires du Service Géologique de l'Indochine. T. VI (1919), fasc. 1 : Faunes triasiques et liasiques de Na-cham (Tonkin). Description de quelques espèces du Dévonien du Tonkin, du Laos et du Carbonifèrien du Yunnan, par H. MANSUY. 1 vol. in-4° de 39 p. avec 5 pl. (Prix : 10 fr.) — T. VII (1920), fasc. 1 : Nouvelle contribution à l'étude des faunes paléozoïques et mésozoïques de l'Annam septentrional, région de Thanh-hoa. Fossiles des terrains mésozoïques de la région de Sam-neua (Laos nord-oriental). Fossiles des calcaires ouralo-permiens du Tranninh (Laos), par H. MANSUY : 1 vol. in-4° de 64 p. avec 6 pl. (Prix : 15 fr.). — T. VIII (1921), fasc. 1. Etude complémentaire des faunes triasiques de la région du Thanhhoa (Nord-Annam), par H. MANSUY. 1 vol. in-4° de 53 p. avec 3 pl. (Prix : 8 fr.). Imprimerie d'Extrême-Orient, Hanoï-Haïphong, 1919-1921.

Bulletins du Service géologique de l'Indochine. Tome VI (1919), fasc. 5 : Sur quelques fossiles ouralo-permiens de Hongay, par Mlle M. COLANI. 1 vol. in-8° de 27 p. avec 2 pl. (Prix : 5 fr.). — Vol. VIII (1920), fasc. 2 : Contribution à l'étude de la préhistoire de l'Indochine. II. Gisements préhistoriques des environs de Lang-son et de Thuyèn-quang (Tonkin), par H. MANSUY. 1 vol. in-8° de 10 p. avec 5 pl. (Prix : 10 fr.). — Fasc. 3 : Supplément au catalogue général par terrains et par localités des fossiles recueillis en Indochine, par H. MANSUY. 1 vol. in-8° de 47 p. (Prix : 4 fr.). — T. VIII (1920), fasc. 1 : Etude sur les flores tertiaires de quelques gisements de lignite de l'Indochine et du Yunnan. 1 vol. in-8° de 521 p. avec 30 pl. (Prix : 25 fr.). — T. IX (1920), fasc. 1 : Itinéraire géologique dans le Nord du Tonkin, par Ch. JACOB et R. BOURRET. 1 vol. in-8° de 49 p. (Prix : 4 fr.). — Fasc. 2 : Explorations géologiques de la province de Sam-neua (Laos), par L. DUSSAULT. 1 vol. in-8° de 60 p. avec 1 carte et 2 pl. (Prix : 10 fr.). — T. X (1921), fasc. 1 : Etudes géologiques dans le Nord-Annam et le Tonkin, par CH. JACOB. 1 vol. in-8° de 204 p. avec 3 pl. et 1 carte (Prix : 22 fr.). Imprimerie d'Extrême-Orient, Hanoï-Haïphong, 1919-1921.

BOUBIER (Maur.) : *L'Oiseau et son milieu.* 1 vol. in-18 de 284 p. de la *Bibliothèque de Philosophie scientifique* (Prix : 7 fr. 50). Ern. Flammarion, Paris, 1922.

Cet ouvrage étudie en détail les principaux milieux : aquatique et aérien, arboricole et humicole, et leurs répercussions sur l'organisation et les diverses fonctions de l'oiseau. Il traite également des déplacements et migrations des oiseaux et des phénomènes de géographie ornithologique.

3° Sciences diverses

ANGÉ (L.) : *Manuel de Publicité.* 1 vol. in-18 de 343 p. avec 51 fig. de la *Bibliothèque professionnelle* (Prix cart. : 10 fr.). J. B. Baillière et fils, Paris, 1922.

L'auteur étudie successivement dans ce livre : 1° le rôle et la technique de la publicité ; 2° les moyens de publicité (annonce, publicité rédactionnelle, circulaire, prospectus, affiche, etc.) ; 3° la publicité en action (plan de campagne, impression et clichage, contrôle du rendement).

SOMMAIRES DES JOURNAUX SCIENTIFIQUES

1° Périodiques généraux

Bulletin international de l'Académie des Sciences (Prague), t. XXII (1920). SLAVIKOVA et SLAVIK : Sur les minerais de fer du Silurien infér. de Bohême. — MILBAUER : Sur la réduct. de l'ac. sulfurique par CO. — SLAVIK : Données optiques sur quelques minéraux. — ZELIZKO : L'Iltis des steppes (*Fœtorius Eversmanni* Less.) dans le diluvium de Wolin. — SLAVIK : Sur quelques roches de Pribram. — HRUSKA : Sur les relations parmi les périodes des intégrales abéliennes dégénérées de genre 3. — SIMANDL : Sur un groupe de 8 surfaces de 2e degré et sur les groupes de transformation correspondants. — KOSSLER : Sur une formule de récurrence relative aux nombres premiers. — PÒSEJPAL : Sur la variation de la réfraction des gaz avec la pression au-dessous de 1 atm. I. — SLAVIK : Sur le bismuth telluré des gisements aurifères de Bohême. — MILBAUER et SETLIK : Méth. pour séparer Pb de Cr par l'électrolyse et analyse du chromate de Pb et des couleurs qui en contiennent. — KETTNER : Un profil à travers le Cambrien de Pribram-Jinec. — ZAVREL : Sur la respiration et les organes respiratoires des larves de Chironomides. — SOBOTKA : Sur un théorème de Steiner concernant les cercles de courbure d'une conique et les rapports de celui-ci avec le problème des normales. — MILBAUER : Détermin. de l'O actif dans Na^2O^2. — HRUSKA : Sur les racines rationnelles du polynôme $\frac{J}{27}+\frac{I}{3}\mu+\mu^2$ qui figure dans la théorie des fonctions abéliennes singulières de 3 variables. — SOBOTKA : Sur le rapport de la courbure d'une courbe avec sa projection. — REJSECK : L'étiologie des sarcoïdes Bœck-Darier. — SOBOTKA : La courbure des courbes centro-collinéaires dans le plan. — ID. : Considér. sur la courbure des coniques. — ID. : Quelques rapports spéciaux des points milieux de courbure d'une conique. — ID. : Coniques et cercles osculant une conique donnée. — ID. : La courbure des courbes algébriques.

Journal of the Franklin Institute (Philadelphie), t. CXCIV, n° 3 (Sept.). Sir J. J THOMSON : Une théorie électronique des solides. — MODJESKI : Anciens et nouveaux ponts. — HARKINS : La stabilité du noyau atomique, la séparation des isotopes et la règle du nombre entier.

Philosophical Magazine and Journal of Science (Londres), n° du 1er sept. RUTHERFORD et CHADWICK : La désintégration des éléments par les particules α. — BRAGG, JAMES et BOSANQUET : La distrib. des électrons autour du noyau dans les atomes de Cl et Na. — DARWIN et FOWLER : Sur partition de l'énergie. — BELTZ : La méth. de battement à l'hétérodyne et quelques applic. aux mesures physiques. — GWYTHER : Sur les conditions de l'équilibre élastique sous les tractions superfic. dans un corps uniformément éolotropique. — SMITH : Sur la viscosité et les dimensions molécul. de SO^2. — LEES : Sur un modèle simple pour illustrer l'hystérèse élastique. — WOOD : L'H atomique et le spectre de séries de Balmer. — COSTER : Sur le spectre des rayons X et la théorie de la structure atomique. — BARTON et BROWNING : Répondeurs vibratoires au forçage compound. — CAMPBELL et DUDDING : La mesure de la lumière. — HAMMICK : Les chaleurs latentes de vaporisation et d'expansion. — BROWN : Sur la théorie du tube de Faraday de l'électromagnétisme. — CAVANAGH : Thermodynamique molécul. III. — PORTER et HEDGES : La loi de distrib. des particules en solutions colloïdales, en partic. sur les expér. de Perrin. — LANDAU-ZIEMECKI : Sur le spectre d'émission de la vapeur d'iode monoatom.

2° Mathématiques

Bulletin of the American Mathematical Society (Lancaster et New York), t. XXVIII, n° 5 (Juin). GILLESPIE : Une propriété de la continuité — EMCH : La cinématique dans un plan complexe et quelques applic. géométr. — VANDIVER : Sur quelques résultats concernant le dernier théorème de Fermat. — HILLE : La distrib. convexe des zéros des fonctions de Sturm-Liouville. — N° 6 (Juillet). CHITTENDEN : Sur la division d'un plan par une série de points. — ZELDIN : Sur le mouvement fluide stationnaire.

American Journal of Mathematics, t. XLIII, n° 4 (Oct.). SCHOUTEN et STRUIK : Sur quelques propriétés des multiplicités générales en rapport avec la théorie de la gravitation d'Einstein. — KAMNER : Théorèmes géométr. sur les équations cosmolog. d'Einstein. — SPARROW : Sur les points de Fermat et de Hess pour le triangle non euclidien et leurs analogues pour le tétraèdre. — HART : La méth de Cauchy-Lipschitz pour les systèmes infinis d'équations différentielles. — CARMICHAEL : Valeur à la limite et problèmes d'expansion ; formulation de divers problèmes transcendantaux. — WHITTEMORE : Réciprocité dans un problème de maxima et minima relatifs.

3° Astronomie et Météorologie

The Observatory (Londres), t. XLV, n° 580 (Sept.). DREYER : Les lettres de Flamsted à Richard Towneley. — MITCHELL : Parallaxes trigonométriques de 22 Céphéides mesurées à l'Observat. Mc Cormick.

Monthly Weather Review (Washington), t. L, n° 6 (Juin). BROOKS : L'orage local, ou de chaleur. — HALLENBECK : L'orage topographique. — VISHER : Les cyclones tropicaux en Australie et dans les océans sud-pacifique et indien. — ID. : Les cyclones tropicaux dans le NE du Pacifique, entre Hawai et le Mexique. — VAN ARSDEL : Méth. pour calculer la gelée normale, d'après des enregistrements courts de température. —

Une nouvelle formule d'étude :

Le film commenté par le livre.
Le livre illustré par le film.

Films Médicaux et Scientifiques

de Pathé Consortium Cinéma

Séries Gaston DOIN

Une collection de livres et de films publiés sous la Direction scientifique d'un Comité médical.

:: :: BOTANIQUE :: ::
:: :: ZOOLOGIE :: ::
:: BACTÉRIOLOGIE ::
:: :: CYTOLOGIE :: ::

:: :: PHYSIOLOGIE :: ::
MÉDECINE OPÉRATOIRE
:: :: NEUROLOGIE :: ::
:: CULTURE PHYSIQUE ::

PATHÉ CONSORTIUM CINÉMA
Service de l'Enseignement
67, Rue du Faubourg Saint-Martin
PARIS 10e

LIBRAIRIE OCTAVE DOIN
GASTON DOIN, Éditeur
:: :: 8, Place de l'Odéon :: ::
PARIS 6e

PRÉPARATIONS COLLOÏDALES

(Métaux Colloïdaux électriques à petits grains.
Colloïdes électriques et chimiques de métalloïdes ou de dérivés métalliques)

Electrargol	(Argent)	**Electroplatinol** . . .	(Platine)
Electromartiol. . . .	(Fer)	**Electrorhodiol** . . .	(Rhodium)
Electraurol	(Or)	**Electriridiol**.	(Iridium)
Electr-Hg	(Mercure)	**Electropalladiol** . .	(Palladium)
Electrocuprol . . .	(Oxyde de cuivre)	**Thiarsol**.	(Sulfure d'arsenic)
Electrosélénium. . .	(Sélénium)	**Collothiol**	(Soufre)

Obtenues par la méthode chimique ou par la méthode physique (électrique), les solutions colloïdales sont constituées par la suspension en milieu liquide d'une infinité de grains ultramicroscopiques, animés du mouvement brownien et présentant une charge électrique de signe défini. Grâce à la grande surface de ces grains, les colloïdes présentent un énergique pouvoir catalytique et fermentaire.

Les colloïdes possèdent d'importantes propriétés biologiques, bien étudiées depuis que l'on sait le rôle des colloïdes naturels dans la physiologie normale. Injectés à l'homme ou aux animaux, ils augmentent les oxydations et les échanges nutritifs, ils stimulent la défense contre les toxines et les fonctions d'élimination, ils provoquent un mouvement leucocytaire très marqué.

Les colloïdes sont d'un usage thérapeutique courant : les métaux (type : Electrargol) sont des médicaments antiinfectieux de premier ordre (toutes maladies infectieuses) ; on emploie certains colloïdes comme spécifiques (Electr-Hg — Electrosélénium — Electrocuprol — Electromartiol — Collothiol)

Les Laboratoires Clin préparent tous les colloïdes qu'il est possible d'obtenir dans l'état actuel de la science.

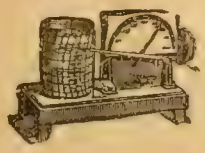
Pour l'expérimentation thérapeutique ou les usages de laboratoire, les Laboratoires Clin délivrent des préparations colloïdales pures, à constantes physiques définies.

Laboratoires CLIN, 20, rue des Fossés-Saint-Jacques, PARIS

Appareils de mesure et de contrôle

POUR LES SCIENCES ET L'INDUSTRIE

Thermomètre enregistreur.



Cinémomètre enregistreur.

Ampèremètre à cadran.

ENREGISTREURS BREVETÉS S. G. D. G.
écrivant à l'encre leurs indications d'une façon continue sur papier se déplaçant en fonction du temps.

MÉTÉOROLOGIE
Actinomètres, anémomètres, anémoscopes, baromètres, hygromètres, pluviomètres, psychromètres, thermomètres enregistreurs.

MÉCANIQUE
Dynamomètres de traction, de rotation, enregistreurs. Indicateurs dynamométriques système Richard. Manomètres enregistreurs et à cadran. Cinémomètres enregistreurs ou à cadran donnant d'une façon absolue la vitesse en mètres par seconde ou le nombre de tours par minute d'un arbre, d'une machine, etc., etc.

INDUSTRIE
Indicateurs de niveau d'eau enregistreurs transmetteurs à distance. Hydromètres enregistreurs. Manomètres enregistreurs ou à cadran. Thermomètres avertisseurs, à cadran, enregistreurs. Pyromètres, etc., etc.

ÉLECTRICITÉ
Ampèremètres et voltmètres enregistreurs ou à cadran. Wattmètres enregistreurs. Ohmmètres. Boîtes de contrôle, etc.

PHOTOGRAPHIE
Le **Vérascope**, Le **Glyphoscope**, Le **Taxiphote**, brevetés S. G. D. G.
(*Voir le numéro précédent.*)

Baromètre enregistreur

Manomètre enregistreur.

Voltmètre enregistreur.

OXYGÉNATEUR DE PRÉCISION du Dr Bayeux (breveté S.G.D.G.)
le seul permettant d'effectuer les injections d'oxygène avec précision et sécurité.

GRANDS PRIX aux Expositions Liége 1905, Lyon 1914
HORS CONCOURS
MEMBRE DU JURY

JULES RICHARD,

Fondateur et successeur de la Maison RICHARD Frères

25, Rue Mélingue (anc. imp. Fessart), **PARIS, XIXe**
Exposition et Vente : **10, rue Halévy** (près l'Opéra).
Envoi des Notices illustrées sur demande.

Adresse télégraph. : Enregistreur-Paris
Téléph. Nord 19.63

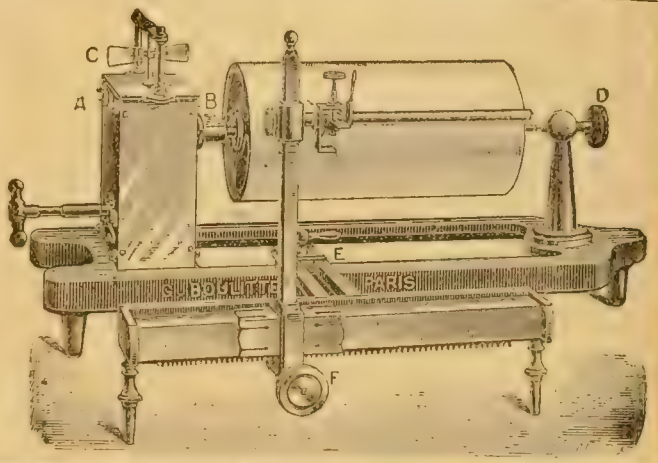
Ancienne Maison Ch. VERDIN, ✻, Q, ✠

G. BOULITTE, Succ

Ingénieur-Constructeur à PARIS
15 à 21, rue Bobillot, PARIS (13e)
(*anciennement 7, rue Linné*)

Appareils de précision pour la PHYSIOLOGIE et la MÉDECINE

ENREGISTREURS, MOTEURS ÉLECTRIQUES A VITESSE CONSTANTE, CHRONOGRAPHES, CHRONOSCOPES, SIGNAUX ÉLECTROMAGNÉTIQUES DE M. DEPREZ, ÉLECTRODIAPASONS, MANOMÈTRES, DYNAMOMÈTRES, SPHYGMOGRAPHES, ETC.



Hessling : Relations entre le temps et le rendement du blé dans la République Argentine. — Henry : La pluviosité au Vénézuéla.

4° Art de l'Ingénieur

Bulletin officiel de la Direction des recherches et inventions, n° 34 (Août). Concours de gazogène. — Wojcik : La règle à calcul de la métallurgie. — Arragon : Nouveau dispositif pour assurer la protection de l'huile dans les transformateurs statiques, régulateurs d'induction et tous appareils électriques immergés dans l'huile. — Multiprojecteur sur bâti métallique Massiot. — Devillers : Extraction de l'iode des algues. — Broutta : Le carreau en ciment.

Journal of the Royal Society of Arts (Londres), t. LXX, n° 3641 (1er sept.). Woods : Les entreprises d'irrigation aux Indes, I. — N° 3642 (8 Sept.). Id. : *Id.* II. — N° 3643 (15 Sept.). Sir Leggett : Le territoire du Tanganyka. — N° 3644 (22 Sept.). Hind : Proc. de gravure et d'attaque.

Revue de Métallurgie, t. XIX, n° 9 (Septembre). Guillet : Le Congrès de Liége. — Berthelot : La seconde exposition d'appareils de chauffage organisée par l'Office central de chauffe rationnelle. — Chevenard : Nouvelles applications du pyromètre à dilatation à l'analyse thermique des alliages.

Revue universelle des Mines, de la Métallurgie et des Travaux publics (Liége), t. XIV, n° 3 (1er août). Leblanc : De l'emploi de l'air comme agent frigorifique. — Dessemond : L'utilisation des combustibles dans les gazogènes à fusion des cendres soufflés au vent chaud. — Baume : Un exemple de laboratoire moderne pour recherches de science industrielle. — Gilard : Briques de silice. — N° 4 (15 août). Pigeot et Blache : Utilisation des combustibles de faible valeur aux houillères de Montrambert et de la Béraudière St-Etienne. — Piérard : Des condenseurs ou liquéfacteurs dans les installations frigorifiques. — Dejean : Procédés et appareils servant à la détermination des points critiques. — Denuit et Ruelle : Vue d'ensemble sur la Tectonique du Bassin du Centre et du Borinage. — Prost : Le grillage chlorurant et volatilisant appliqué à des minerais complexes.

5° Sciences physiques

Le Journal de Physique et le Radium, 6e sér., t. III, n° 7 (Juillet). Dauvillier : Analyse de la structure électronique des éléments. — Pérard : Deux méth. pour la détermin. des étalons primaires en quartz. — N° 8 (Août). Dunoyer : Rech. sur la luminescence des gaz dans la décharge sans électrodes. Spectres d'induction du Cs et du Rb. — Jezewski : Sur la variation des constantes diélectr. et des densités de quelques liquides avec la température.

The Physical Review (Lancaster et Ithaca), 2e sér., t. XX, n° 1 (Juillet). LUNN : Constantes atom. et invariants dimensionnels. — LOOMIS : Le rapport de deux charges élémentaires. — PAGE : Radiation d'un groupe d'électrons. — KENNEDY : Une autre expér. sur l'entraînement de l'éther. — MAIZLICH : Sur l'électron lorentzien. — ID. : La loi de distribution des vitesses de Maxwell et le principe de covariance projective. — BOYNTON et BRAMLEY : Une modific. de l'équation de van der Waals. — COULSON : Effet de H naissant sur les aimants en acier dur. — HESS et DAMON : Perfectionnem. de la détermin. de la teneur en Ra des sels de Ra-Ba à faible teneur. — STUHLMAN : La variation du courant photoélectr. avec l'épaisseur du métal. — WILSON : Le rapport de la masse au poids pour Bi et Al.

Anales de la Sociedad española de Física y Química (Madrid), t. XX, n° 193 (Mai). FERNANDEZ LADREDA : Le raffinage électrolyt. du cuivre. Proc. pour séparer l'Ag des boues argentifères. — FOURNEAU et PUYAL : Etude sur les aminoalcools. Homologues de la novocaïne. — DE RAFAEL : Infl. de l'indice de réfraction sur le trajet des rayons prévu dans l'expér. de Michelson. — N° 194 (Juin). ONNES et PALACIOS MARTINEZ : Pressions de vapeur de l'H et nouv. détermin. dans la région de l'hydrogène liquide. — CLAVERA : Sur le point de fusion de la terpine commerciale. — PAYA et MOLES : Densité de l'azote atmosphér. Une petite anomalie de l'air de Madrid.

The Journal of the American chemical Society (Easton, Pa.), t. XLIV, n° 9 (Sept.). HUGGINS : La structure électronique des cristaux. I. — COHEN : L'emploi d'indicateurs mixtes. — SHEPPARD, SWEET et BENEDICT : L'élasticité des gelées de gélatine purifiées comme fonction de la concentr. en ions H. — BARTELL et MILLER : L'adsorption par le charbon de sucre activé. I. — LINHART : Corrélation de l'entropie et de la probabilité. — WENDT et IRION : Essais expérim. de décompos. du Tu à haute température. — KING et WAMPLER : Absorption et orientation des moléc. des ac. organ. dibasiques et de leurs sels éthérés dans les interfaces liquide-vapeur. — TOLMAN : Traitement thermodynam de la formation possible d'He à partir de H. — MULLER et SMITH : L'hydrure de germanium. — SMITH et PARKHURST : La solubilité de SO^2 dans les suspensions des hydrates de Ca et Mg. — HOPKINS et DRIGGS : Observ. sur les terres rares. XII. Le poids atom. du La. — LOEB : Interprétation de l'infl. des ac. sur la pression osmotique des solutions de protéines. — KRAUSS et LUCASSE : Le coeffic. de résistance-température des sol. conc. de Na dans NH^3 liqu. — ID. et ID. : Compos. des phases liquides dans un système monovariant (liquide-liquide-vapeur) pour les mélanges de Na et NH^3. — LA MER et BAKER : Effet de la substitution sur l'énergie libre des réactions d'oxydation-réduction. I. Dér. de la benzoquinone. — POSNJAK et MERWIN : Le syst. Fe^2O^3-SO^3-H^2O. — WYCKOFF : La structure cristall. du molybdate d'Ag. — KRAUS et CHIU : La nature des complexes formés entre Na et Te dans NH^3 liqu. — BIGELOW : Etude des oxydations dans la chaîne latérale avec le permanganate de K. II. — SHOWALTER et CARR : Protéines caractérist. dans le blé à faible et à haute teneur en protéines. — RAIZISS et BLATT : Les prod. de condens. de l'arsphénamine avec les aldéhydes. — SMITH : Les tungstates de Na. — I. ZANETTI, SUYDAM et OFINER : La formation du butadiène à partir de l'éthylène. — SEIDELL : Nouv. expér. sur l'isolement de la vitamine antinévritique. — HILL et BALLS : Un ac. naphtylarsinique sulfoné. — MC MULLEN : La réact. de Friedel et Crafts avec l'anhydride phtalique.

Zeitschrift fur Elektrochemie und angewandte physikalische Chemie (Leipzig), t. XXVIII, n° 9 (1er sept.). LOTTERMOSER et FALK : L'électrolyse des chromates avec diaphragme. — ARNDT et FEUSE : La résistance des charbons d'électrodes. — VON WARTENBERG et BUSSE : La tension de vapeur de quelques sels. III. — GUNTHER-SCHULTZE : La dissoc. des chlorures des métaux bivalents en sol. aq. — HERZ : Contrib. à l'étude des sels fondus.

Chimie et Industrie, t. VIII, n° 2 (Août). DESCHIENS : Le 2e Congrès de la Chimie industr. — NICLOUX et WELTER : La microanalyse quantitative. — FOHLEN : Calcul du pouv. calorifique industr. d'un combustible marchand. — RINCKENBACH : La question de la cristallis. dans les fabriques de KCl. — TRUCHOT : Etat actuel de la fabric. de l'ac. sulfurique par le proc. des chambres de plomb. — HENDRICKX : Les ciments à haute résistance. — SEYEWETZ : Sensibilisation et désensibilisation des plaques au gélatino-bromure d'argent. — THOVERT : La photographie des couleurs. — CLÉMENT et RIVIÈRE : Les films ininflammables. — CHAMBARD et MEUNIER : Le tannage au chrome à un bain à partir de l'alum de chrome. — BARBET : La vinerie. — PARSONS : Les applic. des rech. de chimie à l'industrie en Amérique. — LE BRETON : L'établissement du prix de revient dans l'industrie chim.

6° Sciences naturelles

Comptes rendus des séances de la Société de Biologie, t. LXXXVII, n° 27 (22 juillet). ARGAUD : Terminaisons nerveuses dans les artères du cordon ombilical. — ARLOING et LANGERON : L'anaphylaxie dans la série animale. Choc anaphylactique expérimental chez le pigeon. — ID. : L'anaphylaxie dans la série animale. Batraciens et poissons. — BALTEANO : Sur la cutimmunisation anticharbonneuse chez les cobayes. ID. : Sur la cuti-infection charbonneuse chez les lapins et les cobayes. — BOURGUIGNON : Indépendance de la mesure de la chronaxie et des variations expérimentales du voltage rhéobasique chez l'homme. — CARNOT et KOSKOWSKI : Action de l'acide carbonique sur la motricité gastrique et sur le passage pylorique. — CLERC et DESCHAMPS : Recherches expérimentales sur l'action cardiaque du sulfate de quinidine. — COMBIESCO : L'influence des inoculations de dérivation sur l'évolution de la tuberculose. Rôle des leucocytes. — ID : Influence des inoculations de dérivation sur l'évolution de la tuberculose : technique et résultats. — DOYON : Adrénaline et glycogène du foie. — DUVAL et PORTIER : Rapidité du changement de réaction de l'eau sous l'influence de l'assimilation chlorophyllienne dans la nature. — FIESSINGER et WOLF : Les lésions dégénératives et réactionnelles dans l'hépatite expérimentale de la souris intoxiquée par du tétrachloréthane. — GUILLAIN, LAROCHE et KUDELSKI : Sur la réaction du benjoin colloïdal avec le sérum sanguin. — GUILLAUME : Sueurs locales et troubles circulatoires. — GUYÉNOT, NAVILLE et PONSE : Une larve de Cestode parasitée par une microsporidie. — HALLION et CLÉMENT : Expériences sur la pression veineuse maximale d'un membre comprimé à sa base. Persistance de la circulation du retour sous le garrot. — D'HÉRELLE : Sur une cause d'erreur pouvant intervenir dans l'étude du Bactériophage. — HÉRISSEY, FIESSINGER et DEBRAY : Le mode d'élimination par les urines des doses infinitésimales de salicylate. — IZQUIERDO : Le débit respiratoire maximum des habitants des hautes altitudes. — KERMORGANT : Variations morphologiques du Streptocoque. — LABBÉ et NEPVEUX : Elimination des corps acétoniques dans le jeûne prolongé. — ID. et ID. : Etude sur l'acidose dans le jeûne prolongé. — LABBÉ et STÉVENIN : Echanges respiratoires et métabolisme basal au cours d'un jeûne de 43 jours. — LOEPER et MARCHAL : Examen cytologique des liquides de digestion gastrique. — NAGEOTTE : La structure du faisceau conjonctif, étudiée particulièrement dans le tendon. — NICOLAS : L'action de l'aldéhyde formique sur les solutions de fibrinogène. — ID. : La gélification des plasmas par l'aldéhyde formique. — PANISSET et VERGE : La formol-gélification des sérums de Bovidés tuberculeux. — PORTIER et DUVAL : Etude du mécanisme par lequel le fluorure de sodium joue le rôle de fixateur physiologique. — RAMOND et ZININE : A propos de l'autolyse chez les cancéreux. — REGAUD : Sur la sensibilité du tissu osseux normal vis-à-vis des radiations X et γ et sur le mécanisme de l'ostéo-radio-nécrose. — SARAGEA : Le diamètre globulaire pendant la privation d'eau. — TARGOWLA : Sur la réaction du benjoin colloïdal dans le sérum. — TEISSIER, GASTINEL et REILLY : L'inoculabilité de l'herpès. Présence du virus kératogène dans les lésions. — VINCENT : Sur le processus infectieux rénal dans la colibacillurie. — WINTREBERT : La formation du ptérygoïde osseux définitif pendant la métamorphose des Salamandridae. — WOHLERS : Modifications des lipoïdes figurés de la cellule hépatique vivante sous l'influence des solutions éthérées. ZIMMERN et COTTENOT : Sur l'électromyographie. — DOUMER : La conservation de l'amylase salivaire par la glycérine. — LAGUESSE : Le tissu conjonctif périchordal dérive-t-il d'un réseau de fibrine ou d'un mésostroma ? — POLONOVSKI et AUGUSTE : Equilibre hémo-rachidien de l'urée. — ID. et ID. : Répartition de l'urée dans le sang. — ID. DUHOT et MOREL : Hyperglycémie et hyperglycorachie adrénaliques.

7° Sciences médicales

Archives internationales de Pharmacodynamie et de Thérapie, t. XXVI, nos 5 et 6. MIGUEL OZORIO DE ALMEIDA : Sur la section physiologique des nerfs par la novocaïne. — LUZZATTO et LEIR : Lésions disséminées du système nerveux dans l'empoisonnement par une graisse non saturée. — BOYENVAL : Les phénomènes d'avitaminose sont-ils modifiés par l'administration d'histamine chez le rat blanc ? — KOSKOWSKI : L'action antinévritique de l'histamine chez les pigeons nourris au riz poli. — MICOLINI : Contrib. à l'étude pharmacolog. de l'émétine. — REBELLO : Le contrôle de la « réaction actuelle » des tissus animaux par les fils indicateurs. Une méthode pour le diagnostic de la mort. — KATZENELBOGEN : Recherch. expérim. sur l'action de l'arsylène. — TOCCO : Sur l'empoisonnement par le *Carlina gummifera*. IV. — F. et C. HEYMANS : Hyperthermie et augmentations du volume respiratoire et de l'élimination de l'anhydride carbonique par le bleu de méthylène.

Bulletin mensuel de l'Office international d'Hygiène publique, t. XIV, n° 8 (Août). RAYNAUD : Rapport sur l'état sanitaire de l'Algérie en 1921-22. — Organisation des services de protection de la santé publique en Algérie.

The Journal of industrial Hygiene (Boston), t. VI, n° 5 (Sept.). KITSON : Un âge critique comme facteur dans le changement d'occupation. — STARR : L'empoisonnement par le ciment au benzol et tétrachlorure de carbone. — TELEKY : Diagnostic et surveillance des maladies professionnelles en Allemagne. — HAMILTON : Maladies profess. des ouvriers en fourrures.

8° Géographie et Colonisation

Annales de Géographie, t. XXXI, n° 173 (15 sept.). BAULIG : Questions de morphologie vosgienne et rhénane. II. Morphologie glaciaire. — GOBLET : La frontière de l'Ulster. — CAVAILLÈS : La houille blanche au Canada.

LIVRES REÇUS

Tous les livres reçus par la Revue *sont signalés sous cette rubrique avec une brève indication de leur contenu, sans préjudice de l'analyse critique dont ils pourront être ultérieurement l'objet dans la partie bibliographique de la* Revue.

1° Sciences mathématiques

BOREL (Emile) : *Méthodes et problèmes de la Théorie des Fonctions.* 1 vol. in-8° de 148 p. (Prix : 12 fr.). Gauthier-Villars et Cie, Paris, 1922.

L'auteur a rassemblé ici des Notes et Mémoires qui n'avaient pas trouvé place dans ses ouvrages antérieurs et dont certains lui paraissent cependant pouvoir être le point de départ de recherches nouvelles. Dans une introduction, il a indiqué de quelle utilité peuvent être les comparaisons et le langage de la biologie en théorie des fonctions.

STUYVAERT (M.) : *Algèbre* (premier degré). 1 vol. in-8° de 117 p. (Prix : 4 fr. 50). Van Rysselberghe et Rombaut, 1, place d'Armes, Gand, 1922.

Ce livre, destiné à l'usage des Ecoles primaires, moyennes, normales, des Athénées et Collèges belges, a été rédigé par l'auteur suivant un plan nouveau et de façon à pouvoir être utilisé à la fois par l'élève et par le maître.

BOUSSINESQ (J.) : *Cours de Physique mathématique de la Faculté des Sciences.* Compléments au Tome III. 1 vol. in-8° de XLVIII-217 p. (Prix : 30 fr.). Gauthier-Villars et Cie, Paris, 1922.

La plus grande partie de ce complément est consacrée à la Mécanique des organismes vivants. L'auteur y développe l'idée que les bifurcations de voies, c'est-à-dire la multiplicité des intégrales qu'admettent dans des circonstances singulières, à partir d'un même état initial, les équations différentielles du mouvement de certains systèmes matériels, permettent de rendre compte de la formation des organes par un principe directeur qui influe sur leurs mouvements sans créer ni détruire aucune énergie.

CABIAC (G.) : *Cours pratique du Mécanicien chauffeur.* 1 vol. in-12 de 508 p. avec 211 fig. de la *Bibliothèque d'Enseignement technique et professionnel* (Prix : 16 fr.). G. Doin, Paris, 1922.

Ce volume expose d'une façon pratique toutes les connaissances indispensables au mécanicien chauffeur : combustibles, chaudières à vapeur et leur conduite, machines et turbines à vapeur, moteurs à explosion (à essence, à gaz et Diesel), gazogènes, etc.

BARTUEL (C.) et **RULLIÈRE** (H.) : *La Mine et les Mineurs.* 1 vol. in-12 de 577 p. de la *Bibliothèque sociale des Métiers* (Prix : 12 fr.). G. Doin, Paris, 1923.

Ce livre est divisé en 6 parties : I. L'histoire et la vie du mineur. II. La richesse minière de la France et de ses colonies. III. L'organisation du travail minier. IV. Le régime légal de la propriété minière. V. Rapports du capital et du travail. VI. Les associations ouvrières.

LEFRANC (J. A.) : *Les Avions.* 1 vol. in-16 de 192 p. avec 174 fig. de la *Bibliothèque des Merveilles* (Prix : 6 fr.). Librairie Hachette, Paris, 1922.

Ce volume, écrit par un mécanicien breveté d'aviation, présente avec clarté et d'une façon complète ce que tout le monde doit savoir des choses de la navigation aérienne.

2° Sciences physiques

KAYE (G. W. C.) : *Practical Applications of X-Rays.* 1 vol. in-8° de 135 p. avec 96 fig. (Prix cart. : 10 sh. 6 d.). Chapman and Hall, Ltd., Londres, 1922.

Dans cet ouvrage, l'auteur traite d'une façon concise de la production et de la mesure des rayons X et surtout de leurs applications pratiques : radiographie et radiothérapeutique, examen des matériaux, examen des peintures, etc.

EHRMANN (Ed.) : *Traité des Matières colorantes organiques et de leurs diverses applications.* Préface de M. A. HALLER. 1 vol. gr. in-8° de XXIV-615 p. (Prix : 58 fr.). Dunod, Paris, 1922.

L'auteur décrit toutes les matières colorantes organiques artificielles et naturelles, en les divisant en un certain nombre de familles, caractérisées par leurs chromophores. Puis il étudie l'application de ces matières à la teinture des fibres textiles végétales et animales et de diverses autres matières. L'ouvrage se termine par une série de tableaux synoptiques sur l'emploi des divers colorants.

3° Sciences naturelles

ROYO GOMÉZ (J.) : *El Mioceno continental ibérico y su fauna malacologica.* 1 vol. gr. in-8° de 230 p. avec 54 fig., 13 pl. et 1 carte. (Prix : 10 pesetas). Junta para ampliacion de Estudios, Madrid, 1922.

L'auteur a condensé ici le résultat de ses propres recherches et de tous les travaux antérieurs sur le Miocène continental de l'Espagne et sa faune malacologique.

ARBOS (Phil.) : *La Vie pastorale dans les Alpes françaises. Etude de Géographie humaine.* 1 vol. gr. in-8° de 720 p. avec 54 fig. et 16 pl. dont 2 en couleurs (Prix : 28 fr.). Librairie Armand Colin, Paris, 1922.

L'auteur montre que la zone de hauts gazons des Alpes françaises ne peut être fructueusement exploitée que par le pâturage et habitée que pendant l'été. De là l'importance de l'élevage et la persistance jusqu'à nos jours d'un semi-nomadisme d'ailleurs fort variable de la Savoie aux Préalpes méridionales.

ROUCH (J.) : *Manuel d'Océanographie physique.* 1 vol. in-8° de 230 p. avec 93 fig. (Prix : 15 fr.). Masson et Cie, Paris, 1922.

La première partie de l'ouvrage est consacrée à l'exposé des procédés et des méthodes d'observation en Océanographie, la seconde à l'examen des principaux résultats acquis jusqu'à ce jour.

Recueil de l'Institut botanique Léo Errera, publié par Jean MASSART. Tome X, fasc. 2. 1 vol. gr. in-8° de 376 p. avec cartes et planches. M. Lamertin, Bruxelles, 1922.

Ce volume renferme une vingtaine de mémoires de botanistes belges sur diverses questions d'anatomie, de physiologie, d'éthologie et de géographie végétales.

CUÉNOT (L.) : *Faune de France. 4. Sipunculiens, Echiuriens, Priapuliens.* 1 vol. in-8° de 29 p. avec 14 fig. (Prix : 3 fr. 50). P. Lechevalier, 12, rue de Tournon, Paris, 1922.

Ce nouveau fascicule de la *Faune de France*, publié sous la direction de l'Office central de Faunistique, est consacré à trois rameaux autonomes, dont les deux premiers ont des caractères communs de convergence ; les affinités du dernier sont encore douteuses.

ANTHONY (R.) : *Le Déterminisme et l'Adaptation morphologiques en Biologie animale* (1re partie). 1 vol. in-8° de 374 p. avec 128 fig. (Prix : 28 fr.). Fasc. 14 des *Archives de Morphologie générale et expérimentale.* G. Doin, Paris, 1923.

L'auteur se propose d'apporter dans cet ouvrage une contribution à la résolution de deux problèmes étroitement unis : 1° celui du déterminisme morphologique *sensu stricto*, s'attachant à l'examen du mécanisme possible d'établissement des caractères qui définissent ce que l'on peut appeler les types d'organisation ; 2° celui de l'adaptation morphologique.

L'Année psychologique, publiée par H. PIÉRON. 22e année (1920-21). 1 vol. in-8° de 608 p. de la *Bibliothèque de Philosophie contemporaine* (Prix : 40 fr.). Librairie Félix Alcan, Paris, 1922.

Ce volume comprend sept mémoires originaux et deux notes et revues sur diverses questions de Psychologie, et surtout l'analyse de tous les ouvrages et mémoires parus en 1920 et 21 dans les diverses branches de la Psychologie.

4° Sciences médicales

VORONOFF (S.) : *Greffes testiculaires.* 1 vol. in-8° de 84 p. avec 19 pl. (Prix :). G. Doin, Paris, 1923.

L'auteur résume brièvement ses expériences de greffes testiculaires poursuivies pendant 5 ans chez les animaux, puis expose celles qu'il a faites depuis 2 ans sur l'homme avec des testicules de singe, et qui ont abouti dans presque tous les cas à la disparition des caractères de sénilité.

VAN NIFTRIK (J. G.) et **DEMBLON** (Aug.) : *Le danger des rayons X et les moyens de protection.* 1 broch. gr. in-8° de 8 p. avec fig. (Prix : 3 fr.). Adarix, 16, rue Gérard, Anvers, 1922.

Etude de l'action des rayons X et conseils aux médecins radiologistes sur les mesures de protection à prendre.

5° Sciences diverses

Annuaire statistique (37e volume : 1921), publié par la Statistique générale de la France. 1 vol. gr. in-8° de 450 p. Imprimerie nationale, Paris, 1922.

Cet Annuaire s'efforce de présenter un résumé aussi complet que possible des statistiques relatives aux années de guerre et d'après guerre pour la France et ses colonies.

Annual Report of the Board of Regents of the Smithsonian Institution (1920). 1 vol. in-8° de 704 p. avec nombreuses planches. Government Printing Office, Washington, 1922.

Ce volume contient les rapports sur le fonctionnement de cette Institution et de ses diverses branches (Expéditions, publications, Musée national, Bureau d'Ethnologie américaine, Parc zoologique national, etc.) dans l'année finissant le 30 juin 1920, et d'autre part la reproduction d'une série d'articles scientifiques d'intérêt général, parus dans les grands périodiques du monde entier.

Une nouvelle formule d'étude :

Le film commenté par le livre.
Le livre illustré par le film.

Films Médicaux et Scientifiques

de Pathé Consortium Cinéma

Séries Gaston DOIN

Une collection de livres et de films publiés sous la Direction scientifique d'un Comité médical.

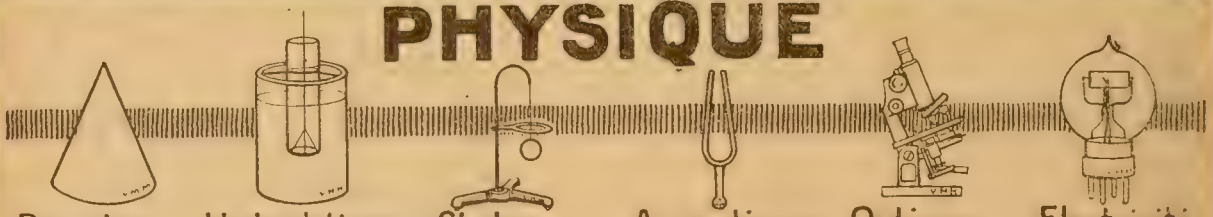
:: :: BOTANIQUE :: ::
:: :: ZOOLOGIE :: ::
:: BACTÉRIOLOGIE ::
:: :: CYTOLOGIE :: ::

:: :: PHYSIOLOGIE :: ::
MÉDECINE OPÉRATOIRE
:: :: NEUROLOGIE :: ::
:: CULTURE PHYSIQUE ::

PATHÉ CONSORTIUM CINÉMA
Service de l'Enseignement
67, Rue du Faubourg Saint-Martin
PARIS 10e

LIBRAIRIE OCTAVE DOIN
GASTON DOIN, Éditeur
:: :: 8, Place de l'Odéon :: ::
PARIS 6e

PHYSIQUE



Pesanteur Hydrostatique Chaleur Acoustique Optique Electricité

V.M.M.

Bureaux } 11, rue Blainville
Ateliers } PARIS (Ve)
T. Gob. 47-64

ARGUS DES SCIENCES
Gratuit
Occasions Scientifiques

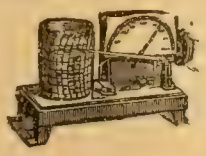
CATALOGUES

CHIMIE

Appareils de mesure et de contrôle

POUR LES SCIENCES ET L'INDUSTRIE

Thermomètre enregistreur.



Cinémomètre enregistreur

Ampèremètre à cadran.

ENREGISTREURS BREVETÉS S. G. D. G.
écrivant à l'encre leurs indications d'une façon continue sur papier se déplaçant en fonction du temps.

MÉTÉOROLOGIE
Actinomètres, anémomètres, anémoscopes, baromètres, hygromètres, pluviomètres, psychromètres, thermomètres enregistreurs.

MÉCANIQUE
Dynamomètres de traction, de rotation, enregistreurs. Indicateurs dynamométriques système Richard. Manomètres enregistreurs et à cadran. Cinémomètres enregistreurs ou à cadran donnant d'une façon absolue la vitesse en mètres par seconde ou le nombre de tours par minute d'un arbre, d'une machine, etc., etc.

INDUSTRIE
Indicateurs de niveau d'eau enregistreurs transmetteurs à distance. Hydromètres enregistreurs. Manomètres enregistreurs ou à cadran. Thermomètres avertisseurs, à cadran, enregistreurs. Pyromètres, etc., etc.

ÉLECTRICITÉ
Ampèremètres et voltmètres enregistreurs ou à cadran. Wattmètres enregistreurs. Ohmmètres. Boîtes de contrôle, etc.

PHOTOGRAPHIE
Le **Vérascope**, Le **Glyphoscope**, Le **Taxiphote**, brevetés S. G. D. G.
(Voir le numéro précédent.)

Baromètre enregistreur

Manomètre enregistreur.

Voltmètre enregistreur

OXYGÉNATEUR DE PRÉCISION du Dr Bayeux (breveté S.G.D.G.)
le seul permettant d'effectuer les injections d'oxygène avec précision et sécurité.

GRANDS PRIX aux Expositions
Liége 1905, Lyon 1914
HORS CONCOURS
MEMBRE DU JURY

JULES RICHARD,

Fondateur et successeur de la Maison RICHARD Frères

25, Rue Mélingue (anc. imp. Fessart), **PARIS, XIXe**
(Exposition et Vente : 10, rue Halévy (près l'Opéra).
Envoi des Notices illustrées sur demande.

Adresse télégraph. : Enregistreur-Paris
Téléph. Nord 19.63

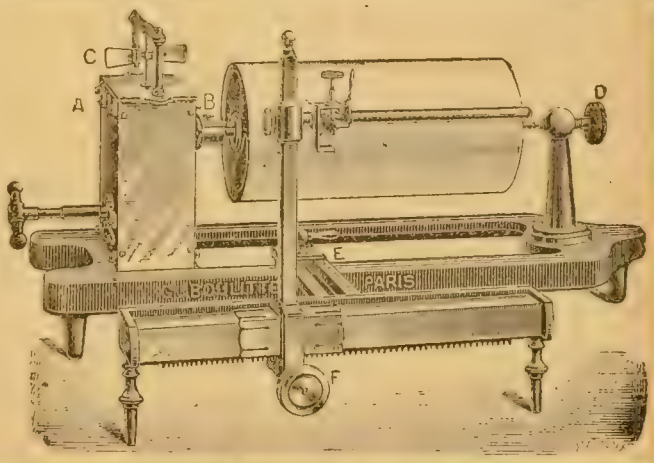
Ancienne Maison Ch. VERDIN, ✠, ✪, ✠

G. BOULITTE, Succ

Ingénieur-Constructeur à PARIS
15 à 21, rue Bobillot, PARIS (13e)
(anciennement 7, rue Linné)

Appareils de précision pour la PHYSIOLOGIE et la MÉDECINE

ENREGISTREURS, MOTEURS ÉLECTRIQUES A VITESSE CONSTANTE, CHRONOGRAPHES, CHRONOSCOPES, SIGNAUX ÉLECTROMAGNÉTIQUES DE M. DEPREZ, ÉLECTRODIAPASONS, MANOMÈTRES, DYNAMOMÈTRES, SPHYGMOGRAPHES, ETC.



SOMMAIRES DES JOURNAUX SCIENTIFIQUES

1° Périodiques généraux

Procedings of the National Academy of Sciences of the U.S. of America (Easton, Pa.), t. VIII, n° 9 (Sept.). Franklin : La signification de la rotation dans la theorie spéciale de la relativité. — Eldridge : Les pertes d'énergie accompagnant l'ionisation et la résonance dans la vapeur de mercure. — Mc Keehan : La structure cristalline du Be et de BeO. — Minton : Quelques cas de surdité nerveuse et leur importance pour les théories de l'audition par résonance. — Lundsgaard et Van Slyke : Les influences quantitatives de certains facteurs impliqués dans la production de la cyanose.

Journal of the Washington Academy of Sciences (Easton, Pa.), t. XII, n° 15 (19 sept.). Jaggar : Un plaidoyer pour les observatoires géophysiques et géochimiques. — Baker : Deux nouv. Aphides de l'ambre de la Baltique. — Stose et Jonas : La section paléozoïque inférieure du S. W. de la Pensylvanie.

Philosophical Magazine and Journal of Science (Londres), n° du 1er oct. 1922. Sir Thomson : Nouv. études sur la théorie électronique des solides. Les compressibilités d'un métal bivalent et du diamant. Conductibil. électr. et thermique des métaux. — Henderson : La diminution d'énergie des particules α dans leur passage à travers la matière. — Henry : Une théorie cinétique de l'adsorption. — Milner : Lignes et tubes électromagnét. — Bramley : La radiation. — Breit : La capacité effective d'une bobine. — Hockett : La contraction de relativité dans un arbre en rotation se mouvant avec une vitesse uniforme le long de son axe. — Baker : Les figures de souffles. — Sellerio : L'effet répulsif sur les pôles de l'arc électrique. — Baker : La trajectoire d'un électron aux environs de l'atome. — Porter et Gibbs : Sur la théorie des mélanges réfrigérants.

Archives des Sciences physiques et naturelles (Genève), 5e pér., t. IV (Juillet-Août). C. E. Guye : Les tendances de la Physique moderne et la notion de matière.

Journal of the College of Science (Tokyo), t. XLII, n° 3 (8 août 1921). Nakano : Rech. écolog. sur les îles flottantes au Japon. — T. XLIV, n° 1 (7 juillet 1922). Yokoyama : Fossiles de Musashino supér. de Kazusa et de Shimoza. — N° 2

(23 juin). KABUKAKI : Quelques Triclades d'eau douce japonais; parallélisme de leur distrib. en Europe et au Japon.

The Philippine Journal of Science (Manille), t. XX, n° 5 (Mai). SHAW : Le *Janelopshaera*, nouv. genre, et deux nouv. espèces de *Volvox*. — WEST et FELICIANO : Extraction du tourteau de coprah avec des solvants. — LUTTSCHWAGER : Les Alcyonnaires des Philippines. I. Le genre *Alcyonium* Linnæus. — CUSHMANN : Nouv. Ichneumonides orientaux et australiens.

Revue Philosophique de la France et de l'étranger, t. XLVII, n°s 9 et 10 (Sept.-Octobre). REY : La notion d'objet et l'évolution de la physique contemporaine. — CARTERON : L'idée de la force mécanique dans le système de Descartes. — LACROZE : Sur une prétendue illusion de la mémoire. Etude sur la fausse reconnaissance. — WAHL : W. James d'après sa correspondance.

2° Art de l'Ingénieur

Journal of the Royal Society of Arts (Londres), t. LXX, n° 3645 (29 sept.). POLLARD : Le dessin mécanique des instruments scientif. I. — N° 3646 (6 oct.). POLLARD : *Id.* II.

Revue universelle des Mines, de la Métallurgie et des Travaux publics (Liége), 6e sér., t. XIV, n° 5 (1er sept.). LALIGANT : Mécanisme des dégagements instantanés et méthode de tirs d'ébranlement. — CHEVENARD : Nouv. applic. du pyromètre à dilatation à l'analyse thermique des alliages. — TRASENSTER : Représentation graphique des syst. binaires. — DELAMARCHE : Sur les conduites forcées en ciment armé. — N° 6 (15 sept.). RONH : Rapport sur les progrès réalisés dans la construction des turbo-alternateurs de grande puissance. — RAICK : Précipitation électrostat. des fumées et poussières industr. Proc. Cottrell. — GOUTAL : Détermin. du pouvoir calorif. et des matières volatiles faites sur les combustibles solides. — RACHENEUR : Le niveau marin du Petit Buisson dans le gisement westphalien du couchant de Mons. — N° 7 (1er oct.). DERCLAYE : Infl. de la surchauffe, de la dessiccation et de la suroxygénation du vent soufflé sur la marche des hauts fourneaux. — GILARD : Briques de carborundum.

3° Sciences physiques

The Physical Review (Lancaster et Ithaca), 2e sér., t. XX, n° 2 (Août). ERIKSON : Nature des ions positifs et négatifs dans l'air, l'oxygène et l'azote. — HULBURT : Les phénomènes dans les gaz excités par des courants de radio-fréquence. — BECKER : L'effet du champ magnét. sur l'absorption des rayons X. — KAR : L'action de l'archet dans les instruments à corde. — BAILEY : Etude de l'effet des gaz adsorbés sur la résistance à haute fréquence du fil de cuivre. — PAGE : Les ondes électromagnét. dans les milieux absorbants. — KLEEMAN : Une transition de la théorie de la couche d'adsorption de la f. é. m. de la pile voltaïque. — DOWNEY : La variation de l'ionisation résiduelle de l'air avec la pression, dans un intervalle de 57 atm.

Anales de la Sociedad española de Física y Química (Madrid), t. XIX, n° 188 (Déc. 1921). ARBAIZA : L'analyse harmonique. Sa base théorique et les méthodes graphiques.

Bulletin de la Société chimique de France, t. XXXI-XXXII, n° 9 (Septembre). LASSIEUR : Electrotitrimétrie. — BAILLY : Sur l'action de l'épichlorhydrine sur le phosphate neutre de sodium en solution aqueuse et sur la stabilité d'un diéther diglycéromonophosphorique. — BATTEGAY et BRANDT : Nitration d'hydrocarbures en milieu basique ou neutre. — ID., ID. et MORITZ : Action de la lumière sur le mésonitroanthracène. — CANALS : Recherches chimiques sur la sucrase. — DUPONT : Sur les formules des terpènes bicycliques. — GAULT et WEICK : Recherches sur l'éther phénylpyruvique. — JADIN et ASTRUC : Relation entre la richesse en manganèse et la proportion de cendres dans les feuilles jeunes et âgées. — MAILHE : Décomposition des cétones aliphatiques.

Chimie et Industrie, t. VIII, n° 3 (Sept). KESTNER : L'Expos. des combustibles liquides. — MINOVICI et KOLLO : Nouv. méthode de dosage du Mn. — MORITZ : La filtration dans l'industrie. — GOJON et LEMARCHANDS : L'électrométallurgie du Zn. FABRE : Les nouv. électrolyseurs à diaphragmes employés dans l'industrie de la soude électrolyt. — BIED : Utilisation de la chaleur perdue des fours rotatifs. — CERIGHELLI : Le rôle du parfum chez la plante. — SETLIK : Analyse des tissus imperméalables caoutchoutés et autres. — ID. : Méth. de détermin. de la solidité des mat. color. — WOLFF : La classific. des corps gras au point de vue commercial. — DUPONT : Compos. et applic. industr. des essences de térébenthine. Les constituants de l'essence de pin maritime. — DEMARET : L'inflammabilité du celluloïd. — HOUGH : Dispositif simple pour l'extraction des matières lavables et notes sur l'analyse du cuir. — BOVIS : Le brome tunisien. — JALADE : La culture des acacias tannifères dans nos possessions de l'Afrique du Nord.

4° Sciences naturelles

Physis (Revista de la Sociedad Argentina de Ciencias naturales) (Buenos-Aires), t. V, n° 20 (15 juillet). PENNINGTON : Notes sur les Coréidés argentins. — THÖMSEN : Sur la morphologie de la *Folliculina Boltoni* Kent. — BLANCHARD : Notes sur les Aphides. — VIGNATI : Note prélimin. sur l'homme fossile de Miramar. — GIACOMELLI : Mimétisme vrai et bâtard. GIAMBIAGI : Quatre Isopodes nouv. d'Argentine. — FRERS : Métamorphoses de Coléoptères argentins. — HAUMANN et CASTELLANOS : Bibliographie botanique argentine (1914-1921).

Bulletin de la Société botanique de France, t. LXIX, n°s 5-6 (Mai-Juin). CAMUS (Mlle) : Les Affinités du genre *Neohouzeana* A. Camus. — REYNIER : Le *Chenopodium ambrosioides Auctorum*, polycarpien, étudié en son double stade de développement. — COTTEREAU et CORBIÈRE : Muscinées des environs de Grasse (Alpes Maritimes). — GARD : Recherches sur une nouvelle espèce d'Euglène. — CHERMEZON : Sur l'existence à Madagascar d'un représentant de la famille des Restiacées. — MASCRÉ : Sur les « cellules à ferment » des *Primula* et sur la formation des pigments anthocyaniques. — MAHEU : Régénération du *Barbula muralis*, après quatorze ans de sécheresse, par protonémas foliaires primaires propagulifères et protonémas secondaires bulbigènes. — DAUPHINÉ : Accélération évolutive du convergent dans une racine pathologique de fève. — BLARINGHEM : Sur les formes de Lychnide dioïque et sur l'hérédité de la couleur des fleurs dans cette espèce. — GANDOGER : Plantes de Somalie (Afrique Orientale). — SOUÈGES : Recherches sur l'embryogénie des Solanacées (Daturées). — PAVILLARD : *Pronoctiluca* et *Noctiluca*. — RODRIGUEZ : Contribution à l'étude de la flore du Guatémala. — REYNIER : ID. (*fin*).

The Journal of general Physiology (New-York), t. IV, n° 6 (20 juillet). NORTHROP et ses collaborateurs : La stabilité des suspensions bactériennes. I-III. — NORTHROP et CULLEN : Appar. pour expér. de cataphorèse macroscop. — EGGERTH et BELLOWS : La floculation des bactéries par les protéines. — SCHMIDT et NORMAN : Nouv. études sur l'hémolyse par l'éosine. — PARKER : Le calibrage de l'appar. respiratoire d'Osterhout pour des quantités absolues de CO^2. — COHN : Etudes sur la chimie physique des protéines. I. Solubilité de certaines protéines à leur point isoélectr. — CROZIER : La pénétration de la cellule par les acides. V. L'estimation des changements de perméabilité. — HITCHCOCK : La combinaison de la gélatine avec HCl. — LOEB : Mécanisme par lequel les ions tri et tétravalents produisent une charge électr. sur la protéine isoélectr. — ID. : Infl. ionisante des sels à ions tri-et tétravalents sur l'albumine d'œuf cristall. au point isoélectr. — ID. : Infl. des agrégats sur les potentiels de membrane et la pression osmotique des sol. des protéines.

The Journal of the Royal Anthropological Institute (Londres), t. LII, n° 1 (Janv.-Juin). L'unité de l'Anthropologie. — NORDMAN : Quelques problèmes baltiques. — ABBÉ H. BREUIL : L'homme paléolithique à Gibraltar. — HUTTON : Monolithes gravés à Dimapur et une cérémonie des Angani Naga. — HOCART : Le culte des morts dans l'Eddystome des Iles Salomon. — BRADBROOKE et PARSONS : L'Anthropologie des Chiltern Hills — ROSE : L'orientation céleste et terrestre du mort. — JOYCE : Les « Paccha » du Pérou ancien.

5° Sciences médicales

Annales de l'Institut Pasteur, t. XXXVI, n° 9 (septembre.) CALMETTE, NEGRE et BOQUET : Essais de vaccination du lapin et du cobaye contre l'infection tuberculeuse. — METALNIKOW : L'anaphylaxie et l'immunité. — BROCQ-ROUSSEU, FORGEOT et URBAIN : Etudes sur le streptocoque gourmeux. — FABRY : Les réactions d'immunité vis-à-vis d'une nouvelle race artificielle de B. *Coli*. — VALTIS : Les effets du pneumothorax artificiel chez le lapin.

Bulletin de l'Académie de médecine, 3e sér., t. LXXXVIII, n° 31 (3 oct.). CHAVANNEZ : Le diagnostic de l'ascite par la percussion en utilisant les déplacements du corps autour de son axe transversal.

6° Géographie et Colonisation

The Geographical Review (New-York), t. XII, n° 4 (Oct.). HOLTEDAHL : La Nouvelle-Zemble. — ALLIX : La géographie des foires. — FULLER : Quelques caractères d'érosion rares dans le lœss de Chine. — DAVIS : La frontière non gardée. — ANTEVS : L'histoire anté-et post-glaciaire de la Baltique. — BOWIE : La croûte terrestre et l'isostasie. — BAGLEY : Les levés photographiques aériens. — PEARL : Le problème de la population. — WILLCOX : La distribution future de la colonisation blanche.

INFORMATIONS

Cours public de Géodésie et d'Astronomie de position au Service géographique de l'Armée. — L'enseignement public de Géodésie et d'Astronomie de position, créé au Service géographique de l'Armée en 1904 par ordre du Ministre de la Guerre, sera continué durant l'hiver 1922-23. L'ouverture des cours a été fixée au 14 décembre prochain.

Ces cours ne s'adressent pas seulement aux officiers de toute sorte appartenant ou non au Service géographique de l'Armée. — Les explorateurs, géographes, géomètres, étudiants en sciences, etc., les suivront avec intérêt. Ils y acquerront, outre des connaissances théoriques indispensables à un géodésien, la pratique des méthodes et des instruments sur le terrain.

L'enseignement de première année sera conduit dans un esprit essentiellement pratique. Il aura pour objet de former des observateurs capables d'opérer sur le terrain suivant des méthodes rigoureusement scientifiques.

L'enseignement de seconde année permettra par contre aux auditeurs de se familiariser avec des matières d'ordre plus élevé. Il sera professé par le chef de la Section de Géodésie, qui traitera cette année la théorie des projections et de la construction des cartes, le calcul des coordonnées géodésiques, la méthode du point approché et le nivellement barométrique.

Il est prévu en outre la visite d'une quinzaine d'établissements scientifiques.

Renseignements et programme détaillés sur demande adressée à M. le Directeur du Service géographique de l'Armée, 140, rue de Grenelle. — Inscriptions reçues à la même adresse pour tout l'enseignement ou l'une quelconque de ses parties.

LIVRES REÇUS

Tous les livres reçus par la Revue *sont signalés sous cette rubrique avec une brève indication de leur contenu, sans préjudice de l'analyse critique dont ils pourront être ultérieurement l'objet dans la partie bibliographique de la* Revue.

1° Sciences mathématiques

ECHAGUIBEL (Em. de) : *Principios de Análisis matematico. El Problema fundamental de Análisis.* 1 vol. gr. in-8° de 286 p. Eléxpuru Hermanos, Bilbao, 1922.

Exposé des principes fondamentaux de l'Analyse mathématique à l'usage de ceux qui comptent poursuivre l'étude de la Physique ou de l'Analyse supérieure.

PODEVYN (P.A.) : *Traité de Mécanique, à l'usage des ouvriers, dessinateurs et techniciens-mécaniciens.* 1 vol. in-16 de 169 p. avec 174 fig. (Prix : 7 fr. 50). Librairie Desforges, 29, quai des Grands-Augustins, Paris, 1922.

L'auteur s'est proposé de mettre entre les mains des ouvriers, dessinateurs et techniciens mécaniciens, un traité simple de mécanique élémentaire, leur permettant de comprendre facilement le jeu des forces qu'ils ont continuellement sous les yeux, dans les machines les plus diverses.

MOREUX (Abbé Th.) : *Les autres mondes sont-ils habités ?* 1 vol. in-16 de 150 p. avec 8 pl. hors texte (Prix : 5 fr.). G. Doin, Paris, 1923.

Après avoir étudié les conditions générales de la vie, l'auteur aborde successivement les caractéristiques climatologiques de toutes les planètes connues ; deux seulement en dehors de la Terre (Mars et Vénus) ont eu quelque chance de donner asile à des êtres vivants.

2° Sciences physiques

BOLL (Marcel) : *Euclide, Galilée, Newton, Einstein.* 1 broch. in-12 de 32 p. (Prix : 1 fr. 50). Editions d'actualité, 39, avenue de Saint-Mandé, Paris, 1922.

L'auteur trace d'une façon brève et sans aucun symbole mathématique les théories de la relativité, en montrant l'infime exiguïté de leurs applications pratiques actuelles et le formidable bouleversement qu'elles entraînent dans notre conception de l'Univers.

WHITEHEAD (A. N.) : *The principle of Relativity, with applications to Physical science.* 1 vol. in-8° de XII-190 p. avec fig. (Prix cart. : 10 sh. 6 d.). Cambridge University Press, 1922.

Ce volume se divise en 3 parties : la première, d'un caractère surtout philosophique, traite des principes généraux ; la seconde est consacrée aux applications physiques et expose les résultats particuliers qu'on déduit des formules données aux champs gravitationnel et électromagnétique ; la 3° est une exposition de la théorie élémentaire des tenseurs.

BERTHOUD (A.) : *Les nouvelles conceptions de la matière et de l'atome.* 1 vol. in-18 de 314 p. avec 21 fig. de *l'Encyclopédie scientifique* (Prix cart. : 12 fr.). G. Doin, Paris, 1923.

Voici les divers sujets traités par l'auteur dans ce volume : théorie électromagnétique et électronique ; théorie de la relativité et masse ; rayons X et nombre atomique ; radioactivité et isotopie ; atome de Rutherford et transmutation des éléments ; atome de Bohr et théorie des quanta ; constitution des atomes complexes et rayons X ; constitution atomique et affinité chimique.

ACHALME (Dr) : *Les Edifices physico-chimiques.* T. II : *La molécule. Equilibres et réactions chimiques.* 1 vol. in-8° de 232 p. avec fig. (Prix : 15 fr.). Payot et Cie, Paris, 1922.

L'auteur applique ici les hypothèses développées dans son premier volume sur la structure et la forme des atomes à la structure des molécules et à leurs propriétés physiques et chimiques, ainsi qu'à l'explication des réactions et des phénomènes d'électrolyse et de catalyse.

PRICE (Edw. A.) : *Atomic form, with special reference to the configuration of carbon atom.* 1 vol. in-12 de 140-VIII p. avec 65 fig. (Prix : 5 sh.). Longmans, Green and Co, Londres, 1922.

L'auteur expose ses idées sur la forme des atomes, et en particulier celle de l'atome de carbone, qu'il considère comme un tétraèdre irrégulier, au moyen duquel il explique la structure d'un grand nombre de composés organiques.

SCHWARZ (R.) : *La Chimie des complexes inorganiques.* Adapté de l'allemand par A. JULIARD. Préface de M. BOLL. 1 broch. in-8° de VIII-72 p. avec 41 fig. (Prix : 8 fr.). Dunod, Paris, 1922.

Ce petit ouvrage montre l'insuffisance de la théorie des valences pour expliquer la formation des complexes inorganiques et l'utilité de la théorie des coordinations, dont les principes sont exposés en détail, ainsi que la constitution des complexes et leurs diverses isomères.

MICHEL (J.) : *La coloration des métaux.* 1 vol. in-16 de X-325 p. avec 28 fig. (Prix : 12 fr.). Librairie Desforges, Paris, 1922.

Cet ouvrage, destiné aux praticiens, fournit toutes les indications et formules utiles pour le nettoyage, le polissage, le patinage, l'oxydation, la métallisation et le niellage des métaux.

SEYEWETZ (A.) : *Le Négatif en Photographie.* 2° édition revue et augmentée. 1 vol. in-18 de 308 p. avec 44 fig. de l'Encyclopédie scientifique (Prix cart : 14 fr.). G. Doin, Paris, 1923.

L'auteur traite successivement des surfaces sensibles, de leur préparation, de leur exposition à la lumière, du développement de l'image latente, de l'utilisation pratique des principaux révélateurs et de l'amélioration des clichés développés.

3° Sciences naturelles

COSTANTIN (J.) et **FAIDEAU** (F.) : *Histoire naturelle illustrée.* Tome I : *Les Plantes.* 1 vol. in-4° de 316 pages avec 796 photo: gravures, 338 dessins, 12 pl. en couleurs et 14 pl. en noir (Prix : broché, 50 fr. ; relié, 75 fr.). Librairie Larousse, 13-17, rue Montparnasse, Paris, 1922.

Dans cet ouvrage, on trouvera décrits les aspects variés de la nature, les degrés successifs de perfection des végétaux, les applications des plantes à la nourriture, au vêtement, à la construction et à la thérapeutique, le tout accompagné d'une illustration extrêmement abondante et en grande partie originale.

GUIGNARD (L.) : *Le Jardin botanique de la Faculté de Pharmacie de Paris.* 3° édition. 1 vol. in-12 de 180 p. avec 1 plan du jardin (Prix : 8 fr.). Librairie Marqueste, 7, rue Ozenne, Toulouse, 1922.

Cet opuscule donne un résumé des caractères des familles végétales, avec la liste des plantes cultivées en pleine terre et dans les terres du Jardin ; il est surtout destiné à servir de guide à l'étudiant.

RIGNANO (Eug.) : *La Memoria biologica. Saggi di una nuova concezione filosofica della vita.* 1 vol. in-8° de 250 p. (Prix : 17 lire 50). N. Zanichelli, Bologne, 1922.

L'auteur expose une théorie mnémonique du développement, dite « centro-épigénèse » et la confronte avec les autres théories : transformisme, téléologie, finalisme, physico-chimisme.

HAUDUROY (P.) : *Atlas de Parasitologie.* 1 vol. in-4° de 53 p. avec 25 pl. en photogravure (Prix cart. : 12 fr.). G. Doin, Paris, 1923.

Série de planches (avec légendes explicatives) reproduisant les principaux parasites agents ou vecteurs de maladies chez l'homme et les animaux.

4° Sciences médicales

MOLINIÉ (J.) : *Instruments et modes personnels de Séméiologie et de Thérapeutique otologiques.* 1 vol. in-8° de 92 p. avec fig. A. Maloine et fils, Paris, 1922.

L'auteur décrit ses instruments otologiques : l'otoscope binoculaire grossissant, le dispositif pour vision latérale, l'appareil pour photographie stéréoscopique du tympan, enfin la pince à osselets ou pulso-tracteur ossiculaire, et leur mode d'emploi, mécanique et électrique.

DEJUST (L. H.) : *Examen critique de l'Homœopathie.* Préface de M. G. BERTRAND. 1 vol. in-8° de 96 p. (Prix : 7 fr.). Vigot frères, 23, rue de l'Ecole de Médecine, Paris, 1922.

L'auteur précise les idées directrices de l'homœopathie et en examine les deux grands principes de similitude et de posologie, qui ne font guère qu'exprimer, sous une forme imprécise, et avec une généralisation exagérée, des idées classiques et en accord avec les recherches contemporaines, mais dont l'application a été le plus souvent conduite avec une totale absence d'esprit critique et de rigueur scientifique.

SULBLÉ (Dr H.) : *Quelques charlatans célèbres au XVIIe siècle.* 1 vol. in-8° de 146 p. avec 10 pl. hors texte. Librairie Marqueste, 7, rue Ozenne, Toulouse, 1922.

L'auteur expose, d'après des documents de l'époque, l'histoire du charlatanisme au XVIIe siècle, à Paris et dans les provinces, les procédés et les remèdes des charlatans.

5° Sciences diverses

LALO (Ch.) : *La beauté et l'instinct sexuel.* 1 vol. in-18 de 189 p. de la *Bibliothèque de Culture générale* (Prix : 4 fr. 50). Ern. Flammarion, Paris, 1922.

Cet ouvrage est un exposé du problème des relations de l'art avec la morale sexuelle. Il est divisé en 2 parties : 1° Beauté et sexualité ; 2° La fonction individuelle et sociale de l'amour dans l'art.

SOMMAIRES DES JOURNAUX SCIENTIFIQUES

1° Périodiques généraux

Journal of the Washington Academy of Sciences (Easton, Pa.), t. XII, n° 16 (4 oct.). STEINER et HEINLY : Possibilité de contrôle de l'*Heterodera radicicola* et d'autre nemas attaquant les plantes, au moyen de nemas prédateurs, en partic. du *Mononchus papillatus* Bastian.

Journal of the Franklin Institute (Philadelphie), t. CXCIV, n° 4 (Oct.). MOREY : L'applic. de la Thermodynamique aux équilibres hétérogènes. — WIGHTMAN, TRIVELLI et SHEPPARD : Etudes de sensibilité photograph. — HARKINS : La stabilité des noyaux d'atomes, la séparation des isotopes et la règle du nombre entier (*suite*). — KARRICK et GOULD : Appar. d'extraction avec dispositif pour la récupération de l'extrait et la régénération du solvant.

The Philippine Journal of Science (Manille), t. XX, n° 6 (Juin). GARCIA et GUEVARA : Pharmacodynamie du *Datura alba*. — SCHWARTZ et TUBANGUI : Parasites intestinaux rares de l'homme aux Philippines. — FOUTS : Nouv. Hyménoptère parasite des Iles Orientales. — MENDIOLA : Effet de divers taux de transpiration sur le poids sec et la teneur en cendres du tabac. — RADLKOFER : Nouv. Sapindacées philippines. — SCHWARTZ : Observ. sur le cycle évolutif de l'*Ascaris vitolorum*; parasite des bovins aux Philippines.

2° Astronomie et Météorologie

The Observatory (Londres), t. XLV, n° 581 (Oct.). SWINDELLS : Les proéminences solaires. — DENNING : Le météore de Rich-Jefferies. — L'expéd. de l'éclipse à l'Ile Christmas.

Monthly Weather Review (Washington), t. L, n° 7 (Juillet). BEALS : La basse pression semi-permanente de l'Arizona. — MEISINGER : La distrib. des pressions à divers niveaux durant le passage d'un cyclone à travers la région des Plateaux aux E. U. — MOORE : Un cycle de 8 années dans les chutes de pluie. — MILLAS : Nouv. cadran pour anéroïde. — HAINES : Infl. de conditions variables du sol sur les températures nocturnes de l'air. — GARRETT : La prédiction de températures minima aux environs de Walla Walla (Wash.).

3° Art de l'Ingénieur

Bulletin officiel de la Direction des Recherches et des Inventions, n° 35 (Sept.). L'alcool moteur. — DUFOUR : Oscillographe cathodique pour basses et moyennes fréquences. — « Thermosonus » Avertisseur automatique d'incendie. — GARBARINI : Radiateur parabodique « Garba ». — HEIM, AGASSE-LAFONT et P. POUILLOT : Pneumokonioses des polisseurs de métaux. Conditions hygiéniques du travail dans les ateliers de polissage mécanique.

Journal of the Royal Society of Arts (Londres), n° 3647 (13 oct.). HOLLARD : Le dessin mécanique des instruments scientif. III. — N° 3648 (20 oct.). RADCLIFFE : Les constituants des huiles essentielles. I. — N° 3649 (27 oct.). ID. : *Id.* II.

Revue universelle des Mines, de la Métallurgie, des Travaux publics (Liège), 6e sér. : t. XV, n° 2 (15 oct.). POMILIO : Industrie de la cellulose dans les pays pauvres en bois par l'utilisation d'autres végétaux que les arbres au moyen du chlore. — DOWSON et POSEN : Progrès réalisés dans la construction des turbo-alternateurs de grande puissance en Grande-Bretagne. — RASPAL : Couches minces à dégagements instantanés de grisou.

Revue de Métallurgie, t. XIX, n° 10 (Oct.). STEIN : La science du chauffage industriel. — DUPUIS : Sur l'utilisation des gaz de fours à coke dans les fours Martin. — MOULINIER : De l'utilisation de l'anthracite des Alpes. — GUILLET : Les récents progrès de la métallographie microscop. et de la macrographie. — HATHAWAY : Standards. II.

4° Sciences physiques

Le Journal de Physique et le Radium, 6e sér., t. III, n° 9 (Sept.). L. et EUG. BLOCH : Spectre d'étincelles dans l'eau. — L. BRILLOUIN : La viscosité des liquides et son interprétation théorique.

Recueil des travaux chimiques des Pays-Bas, t. XLI, n°s 9 et 10 (15 sep. et 15 oct.). BALY : Catalyse photochimique. — WALDEN : Sur les radicaux libres. — NOYES : Valences positives et négatives. — SCHLENK : Contribution à la chimie des radi-

PRÉPARATIONS COLLOÏDALES

(Métaux Colloïdaux électriques à petits grains.
Colloïdes électriques et chimiques de métalloïdes ou de dérivés métalliques)

Electrargol	(Argent)	**Electroplatinol**	(Platine)
Electromartiol. . . .	(Fer)	**Electrorhodiol** . . .	(Rhodium)
Electraurol	(Or)	**Electriridiol**.	(Iridium)
Electr-Hg	(Mercure)	**Electropalladiol** . .	(Palladium)
Electrocuprol . . .	(Oxyde de cuivre)	**Thiarsol**.	(Sulfure d'arsenic)
Electrosélénium. . .	(Sélénium)	**Collothiol**	(Soufre)

Obtenues par la méthode chimique ou par la méthode physique (électrique), les solutions colloïdales sont constituées par la suspension en milieu liquide d'une infinité de grains ultramicroscopiques, animés du mouvement brownien et présentant une charge électrique de signe défini. Grâce à la grande surface de ces grains, les colloïdes présentent un énergique pouvoir catalytique et fermentaire.

Les colloïdes possèdent d'importantes propriétés biologiques, bien étudiées depuis que l'on sait le rôle des colloïdes naturels dans la physiologie normale. Injectés à l'homme ou aux animaux, ils augmentent les oxydations et les échanges nutritifs, ils stimulent la défense contre les toxines et les fonctions d'élimination, ils provoquent un mouvement leucocytaire très marqué.

Les colloïdes sont d'un usage thérapeutique courant : les métaux (type : Electrargol) sont des médicaments antiinfectieux de premier ordre (toutes maladies infectieuses) ; on emploie certains colloïdes comme spécifiques (Electr-Hg — Electrosélénium — Electrocuprol — Electromartiol — Collothiol).

Les Laboratoires Clin préparent tous les colloïdes qu'il est possible d'obtenir dans l'état actuel de la science.

Pour l'expérimentation thérapeutique ou les usages de laboratoire, les Laboratoires Clin délivrent des préparations colloïdales pures, à constantes physiques définies.

Laboratoires CLIN, 20, rue des Fossés-Saint-Jacques, PARIS

Appareils de mesure et de contrôle

POUR LES SCIENCES ET L'INDUSTRIE

Thermomètre enregistreur

Cinémomètre enregistreur.

Ampèremètre à cadran.

ENREGISTREURS BREVETÉS S. G. D. G.
écrivant à l'encre leurs indications d'une façon continue sur papier se déplaçant en fonction du temps.

MÉTÉOROLOGIE
Actinomètres, anémomètres, anémoscopes, baromètres, hygromètres, pluviomètres, psychromètres, thermomètres enregistreurs.

MÉCANIQUE
Dynamomètres de traction, de rotation, enregistreurs. Indicateurs dynamométriques système Richard. Manomètres enregistreurs et à cadran. Cinémomètres enregistreurs ou à cadran donnant d'une façon absolue la vitesse en mètres par seconde ou le nombre de tours par minute d'un arbre, d'une machine, etc., etc.

INDUSTRIE
Indicateurs de niveau d'eau enregistreurs transmetteurs à distance. Hydromètres enregistreurs. Manomètres enregistreurs ou à cadran. Thermomètres avertisseurs, à cadran, enregistreurs. Pyromètres, etc., etc.

ÉLECTRICITÉ
Ampèremètres et voltmètres enregistreurs ou à cadran. Wattmètres enregistreurs. Ohmmètres. Boîtes de contrôle, etc.

PHOTOGRAPHIE
Le **Vérascope**, Le **Glyphoscope**, Le **Taxiphote**, brevetés S. G. D. G.
(*Voir le numéro précédent.*)

Baromètre enregistreur

Manomètre enregistreur.

Voltmètre enregistreur

OXYGÉNATEUR DE PRÉCISION du Dr Bayeux (breveté S.G.D.G.)
le seul permettant d'effectuer les injections d'oxygène avec précision et sécurité.

GRANDS PRIX aux Expositions Liége 1905, Lyon 1914 · HORS CONCOURS · MEMBRE DU JURY

JULES RICHARD,

Fondateur et successeur de la Maison RICHARD Frères

25, Rue Mélingue (anc. imp. Fessart), **PARIS, XIXe**
Exposition et Vente : **10, rue Halévy** (près l'Opéra).
Envoi des Notices illustrées sur demande.

Adresse télégraph. : Enregistreur-Paris
Téléph. Nord 19.63

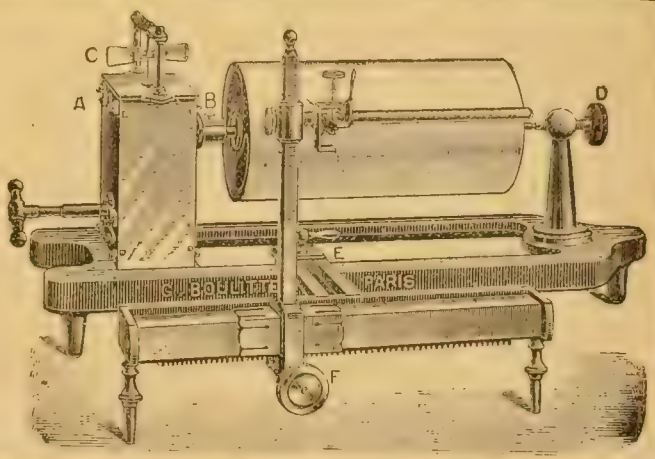
Ancienne Maison Ch. VERDIN, ✻, Q, ✠

G. BOULITTE, Succ

Ingénieur-Constructeur à PARIS
15 à 21, rue Bobillot, PARIS (13e)
(*anciennement 7, rue Linné*)

Appareils de précision pour la PHYSIOLOGIE et la MÉDECINE

ENREGISTREURS, MOTEURS ÉLECTRIQUES A VITESSE CONSTANTE, CHRONOGRAPHES, CHRONOSCOPES, SIGNAUX ÉLECTROMAGNÉTIQUES DE M. DEPREZ, ÉLECTRODIAPASONS, MANOMÈTRES, DYNAMOMÈTRES, SPHYGMOGRAPHES, ETC.



caux libres et sur la valeur variable de l'affinité de la liaison du carbone. — Dennis : Sur le germanium. — Schenck : Sur l'hydrogène germanié. — Wieland : Sur le cours des réactions organiques. — Centnerszwer : Radion. Proposition d'une petite unité de masse. — Piccard : Couleurs d'absorption de second ordre. — Bodenstein : La formation photochimique du phosgène. — Kailan : Sur la formation directe et indirecte des éthers dans la glycérine pauvre et riche en eau. — Klemenc : Sur quelques rapports nécessaires entre les propriétés physiques de substances organiques isomères. — Abel : Un exemple de catalyse calculable à l'avance. — Zélinsky : A propos de l'action des rayons du radium sur le cyclohexène.

The Journal of the American chemical Society (Easton, Pa.), t. XLIV, n° 10 (Oct.). Fales et Morrell : La vitesse d'inversion du sucrose, fonction de la concentr. thermodynam. de l'ion H. — Gibson et Noyes : Etude de la décharge lumineuse dans H et Hg et nouv. méth. pour mesurer les potentiels d'ionisation. — Browne et Hoel : Nouv. expér. de cours avec l'ac. azothydrique et les triazotures. — Id. et Id. : Réact. entre N^3K et I en prés. de CS^2. — Vosburgh : Le bichromate de K comme étalon en iodométrie et détermin. des chromates par la méth. à l'iode. — Tschudy : L'effet de la variation de poids des cavaliers et des plumes de la balance Westphal sur l'exactitude des détermin. de gravité spécif. — Latimer : La force thermo-électr., l'entropie des électrons et la chaler-spécif. des métaux aux hautes température. — Eppley et Vosburgh : Titration électrométr. du bichromate avec le sulfaet ferreux. — Mc Gill : L'emploi des nouv. indicateurs dans la titration des alcaloïdes. — Williams et Ferguson : La diffusion de H et He à travers les verres. — Mellon : Détermin. de Pb dans l'amalgame de Pb. — Adkins : L'activation sélective de l'alumine pour la décarboxylation ou la déshydratation. — Wells : Détermin. de la silice dans l'eau de mer filtrée. — Harned et Pfanstiel : Etude de la vitesse d'hydrolyse de l'acétate d'éthyle. — Kraus et Bishop : La conductance de NaI dans l'alcool amyl. aux très basses concentr. — Tartar et Gailey : Rôle de la concentr. en ions H dans la précipitation des colloïdes. — Willard et Hall : Sépar. et détermin. du Co. I-III. — Willard et Hall : Sépar. du Cu au moyen de l'ac. phénylthiohydantoïque. — Willard et Smith : Le perchlorate de Mg comme dessiccateur. — Bozorth : La structure cristall. de Cd I^2. — Macleod, Pfund et Kilpatrick : Dér. dinitrés du *p*-dichlorobenzène. — Evans et Sefton : L'oxydation de l'alcool isopropyl. par le permanganate de K. — Id. et Id. : L'oxydation de l'acétone par le permanganate. — Heyl : Les phytostérols du pollen de jacobée. — Noyes et Goebel : Catalyse de la formation et de l'hydrolyse de l'acétamide par l'ac. acétique. — Beisler et Jones : Etude de la 1-hydroxyl-

aminoanthraquinone et quelques-uns de ses dérivés. — UPSON et SANDS : La décompos. des amines à l'état de vapeur. — DAINS, THOMPSON et ASENDORF : Les formamidines. X. Thioimidazolones. — BRWONE et HOEL : L'azido-dithiocarbonate de K. — LANGLEY et ADAMS : Condensation de certains nitriles et de divers polyhydroxyphénols pour former des ac. phénoliques. — WHEELER et NAIMAN : Etude sur les hydroxynaphtoquinones. V. — CHRISTIANSEN : La teneur en S de l'arsphénamine et sa relation avec le mode de synthèse et la toxicité. III. — BLAIR et BRAHAM : Mécanisme de la formation de la guanidine dans les mélanges fondus de dicyanodiamide et de sels d'Am. — BOGERT et CHEN : Rech. sur les composés organ. séléniés. I. — HILL et KELSEY : Rech. sur les thiocynates et les isothiocyanates.

5° Sciences naturelles

Comptes rendus de la Société de Biologie, t. LXXXVII, n° 29 (14 octobre). BALTEANO : Recherches sur l'élimination du bacille d'Eberth et des paratyphiques chez les cobayes. — DOYON : Présentation de pièces. Os poilus. — EMILE WEIL, BOCAGE et ISCH-WALL : Les variations du temps de saignement experimental chez la femme enceinte. — KHOUVINE-DELAUNAY : Un anaérobie de l'intestin humain digérant la cellulose. — LÉGER et BAURY : Microfilaire sanguicole du renard africain *Fennicus dorsalis* Gray. — LEGER et BÉDIER : Hémogrégarine du Cynocéphale : *Papio sphynx* E. Geoffroy. — ID. et ID. : Piroplasme du renard d'Afrique ; *Fennecus dorsalis* Gray. — MARIE, BOUTTIER et IORGOULESCO : Etude bioclinique sur la réaction du benjoin colloïdal dans 105 cas d'affections neurologiques. — NAGEOTTE : A propos de la note de E. Laguesse intitulée : « Le tissu conjonctif périchordal dérive-t-il d'un réseau de fibrine ou d'un mésostroma ? » — NAGEOTTE : Remarques sur l'ostéo-radio-nécrose de Cl. Regaud. — PICADO : Germination brusque du pollen dans l'extrait d'ovule homologue. — RADOVICI et CARNIOL : A propos de l'inexcitabilité périodique réflexe. — REGAUD et LACASSAGNE : A propos des modifications déterminées par les rayons X dans l'ovaire de la lapine. — WINTREBERT : La voûte palatine de *Lysorophus*. — N° 30 (21 octobre). BOSSAN et BAUDRY : Nouveau procédé d'isolement du bacille tuberculeux dans les crachats. — DUMAS et COMBIESCO : L'intoxication dysentérique du cobaye. — FABRE : Détermination de la pression artérielle maxima par la méthode oscillométrique. — LÉGER et BÉDIER : Passage du *Spirochaeta crocidurae* à travers le placenta. — POLICARD : Sur la membrane des cellules adipeuses. — RICHET FILS : A propos de la note de M. J. Balteano. — VALTIS : Pouvoir antigène des bacilles diphtériques dans la réaction de fixation de la tuberculose. — VIGNES et HERMET : Sédimentation des globules rouges et gestation.

Bulletin du Muséum National d'Histoire naturelle, 1922, n° 5 (1er juin). R. ANTHONY et O. LAGOTALA : A propos d'un étui caudal de *Tatu* (*Praoppus*) *Kappleri* Kr. (figs.). — J. BERLIOZ : Et. de la coll. d'Oiseaux rapportée par la Mission Du Bourg-de-Bozas de l'Afr. tropic. (1902-1903) (*suite*). — J. PELLEGRIN : Poissons nouv. de l'Afr. orient. — ID. : Sur l'habitat du *Barbus figuigensis* Pellegrin. — F. ANGEL : Rept. et Batr. recueillis dans l'E. et le S. Afr, en 1913, par la Mission de M. Guy Babault. — Mme M. PHISALIX : Le venin cutané muqueux du Triton alpestre (*Molge alpestris* Laur.). — TH. MONOD : Contrib. à l'ét. faunist. des Isopodes de France (*fin*) (fig.). — L. FAGE : Matériaux pr servir à la faune des Arachn. de Madagascar (1) (figs.). — M. PIC : Contrib. à l'ét. des *Attalus* du s.-g. *Mixis* Ab. (Coléopt. Malachiidés). — ED. LAMY : Note sur les *Mytilus strigatus* Hinds, *falcatus* d'Orb. et *sinuatus* Dunker. — H. LECOMTE : Sur une Rubiacée arborescente de Madagascar. — P. DANGUY : Une Caprifoliacée nouv. d'Indo-Chine. — A. CHEVALIER et Mlle A. CAMUS : Un Bambou nouv. de Cochinchine. — Mlle A. CAMUS : Note complém. sur une Graminée, le *Gigantochloa cochinchinensis* A. Camus. — J. JÉRÔME : Un cas curieux de retour ancestral chez le *Pelargonium Madame Salleron* (fig.). — P. H. FRITEL : Contrib. à l'ét. des Flores tertiaires, d'après les matériaux du Muséum. — N° 6 (20 juin). J. BERLIOZ : *Id.* (*fin*). — F. ANGEL : Sur deux esp. nouv. de Grenouilles, d'Afrique et de Chine, appartenant au g. *Rana*. (figs.). — G. PETIT : Les Périophthalmes, Poissons fouisseurs. — FD. LE CERF : Descr. d'un *Anœa* nouv. du Mexique orient. — A. BOUCOMONT : Mission Rohan-Chabot 1914 : Diagn. de deux esp. nouv. de Coléop. Scarab. du g. *Pedaria*. — A. HUSTACHE : Diagn. prélim. de Curculionides de Madagascar (II). — M. PIC : Nouv. Coléopt. Malachides. — A. BAVAY : Sables littoraux de la Mer des Antilles provenant des abords de Colon et de Cuba (figs.). — ED. LAMY : Les Plicatules de la Mer Rouge. — P. DANGUY et H. CHERMEZON : Sur qq. esp. et var. nouv. de la Républ. de l'Equateur. — Mlle A. CAMUS : Graminées nouv. de Madagascar. — ID. : Un Bambou nouv. de l'Annam. — Mlle LARBAUD : Anomalies dans les fleurs de l'*Armeria alpina* Willd. — P. H. FRITEL : *Id.* (*suite*).

Annales de l'Institut National Agronomique, 2e sér., t. XVI. KAYSER : Contrib. à l'étude des *Azotobacter*. — ID. et DELAVAL : Phénom. symbiotiques des ferments alcool. et lactiques. MÉNARD : L'oasis saharienne de Laghouat. — RINGELMANN : Les travaux de la ferme. — NOTTIN : Saccharification et protéolyse du maïs. Applic. aux fabriques de levures. — PASSELÈGUE : Les moteurs d'appareils de culture mécanique.

Bulletin de la Société Zoologique de France t. XLVII, nos 6 et 7 (15 octobre). E. BUGNION : Note relative à l'*Ameles Spallanziana*. Structure de l'oothèque. Eclosion des jeunes larves. — CH. JOYEUX, CH. RICHET fils et E. SCHULMANN : Descr. d'un Cénure trouvé chez la Souris blanche de laboratoire. — JEAN ROY : S. les Copédodes libres de la Côte-d'Or. — L. A. LANTZ : Révis. des Reptiles décrits dans le « Journal de Voyage » d'Ivan Lepéchin. — JACQUES MILLOT : Signific. biol. de l'argenture des Poissons. — CH. CHAMPY et PIERRE GLEY : La glande du testicule des Blennies et sa signific. — P. WINTREBERT : L'évol. de l'appareil ptérygo-palatin chez les Salamandridæ. — M. PIC : S. divers *Nanophyes* Sch. exotiques. — J. PELLEGRIN : Poissons du Gribingui. — H. W. BROLEMANN : Liste des Myriapodes de l'Acad. Malgache, de Tananarive (I). — R. LEGENDRE : Note sur des Salpes observées à Concarneau. — ED. CHATTON et H. HARANT : Notes sur les Copépodes Ascidicoles, XIII. *Enterocolides caudatus*, n. g., n. sp., et l'évol. des péréiopodes. — RABAUD : La saignée réflexe des Coccinelles. — M. F. ANGEL : Notes herpétolog. — TEISSIER : Sur le dévelop. et la valeur morphol. du gonophore de *Dynamena pumila* L. — TH. MONOD : Sur un *Dichelaspis* de Madagascar, commensal de *Scylla serrata* (Forskall). — A. MIGOT : Sur les rapports entre la formation du squelette et le mode de fixation chez les Cœlentérés. — H. W. BROLEMANN : *Id.* (*suite*). — R. PH. DOLLFUS : *Cyclobothrium Charcoti* n. sp., Trématode ectoparas. sur *Minertia æstroides* (Risso) (1).

6° Sciences médicales

Bulletin de l'Académie de Médecine, t. LXXXVIII, n° 32 (10 octobre). HAYEM : Le diagnostic de l'ascite par la percussion. — BALTHAZARD : Electrocution par courant alternatif de 110 volts. — DOUMER : Introduction électrolytique du cuivre dans l'organisme. — TÉMOIN : Traitement chirurgical de la péritonite tuberculeuse. — PESCHER : L'anhématosie. — N° 33 (17 octobre). ARLOING, LANGERON et BESNOIT : Anaphylaxie respiratoire expérimentale. Influence localisatrice des lésions tuberculeuses pulmonaires sur les accidents anaphylactiques du cobaye. — ID. et ID. : Sur les conditions et le mécanisme de production des leucopénies dans les crises hémoclasiques provoquées en dehors du choc anaphylactique. — N° 34 (24 octobre). MARIE : L'aliénation mentale en Egypte au cours des derniers trente ans. — LE NOIR : Bicarbonate de soude et traitement de l'ulcère gastro-duodénal. Son administration par voie rectale. — DE MASSARY : Formes sérieuses de l'endocardite végétante.

Bulletin mensuel de l'Office international d'Hygiène publique, t. XIV, n° 9 (Sept.). LUTRARIO : La réapparition de l'encéphalite léthargique en Italie en 1922. — Rapport du Service fédéral suisse de l'Hygiène publique en 1921.

The Journal of industrial Hygiene (Boston), t. IV, n° 6 (Oct.). BEDFORD : La courbe idéale de travail. — HILL et CAMPBELL : Le pouvoir refroidissant de l'atmosphère et le confort durant le travail. — MINOT : Détermin. du mercure dans les fourrures et le feutre. — COLLIS : La mortalité des mineurs de houille en Angleterre et au Pays de Galles. — COLKS : L'examen médical des employés. — BROUGHTON : Les enregistrements du travail dans les usines.

7° Géographie et Colonisation

Bulletin du Comité d'Etudes historiques et scientifiques de l'Afrique occidentale française, n° 2 (Avril-Juin). HUBERT : Etudes hydrolog. en vue de l'alimentation en eau des villes de Dakar et de Rufisque (Sénégal). — LÉGER et TEPPAZ : Le « horse-sickness » au Sénégal et au Soudan français. — FEVEZ : Itinéraire de Oualata à El Ksaïb. — VALTAUD : Coutume funéraire des Sérères. — RENAUD : Etude sur l'évolution des Kel Gress vers la sédentarisation. — MODAT : Aperçu sur la société maure de l'Adrar. — ALQUIER : Saint-Louis du Sénégal pendant la Révolution et l'Empire.

The Scottish Geographical Magazine (Edimbourg), t. XXXVIII, n° 4 (15 oct.). NEWBIGIN : La Géographie humaine : premiers principes et applic. — FAWCETT : Quelques facteurs géograph. dans la croissance de l'état. — GAULD : Agriculture et population dans le Galloway.

LIVRES REÇUS

Tous les livres reçus par la Revue *sont signalés sous cette rubrique avec une brève indication de leur contenu, sans préjudice de l'analyse critique dont ils pourront être ultérieurement l'objet dans la partie bibliographique de la* Revue.

1° Sciences mathématiques

HAAG (J.) : *Cours complet de Mathématiques spéciales.* Tome III : *Mécanique.* 1 vol. in-8° de VIII-192 p. avec 29 fig. (Prix : 12 fr.). Gauthier-Villars et Cie, Paris, 1922.

L'auteur expose les notions de Cinématique, Statique et Dynamique du programme de Mathématiques spéciales, en débordant parfois ce cadre, et en les accompagnant d'un grand nombre de problèmes qui se présentent couramment en Physique ou dans l'Industrie.

MICHEL (F.) et **POTRON** (M.) : *La composition de Mathématiques dans l'examen d'admission à l'Ecole Polytechnique de 1901 à 1920.* 1 vol. in-8° de 452 p. avec fig. (Prix : 40 fr.). Gauthier-Villars et Cie, Paris, 1922.

Ce volume se divise en 2 parties : 1° solutions développées des problèmes donnés au concours d'admission à l'Ecole Polytechnique de 1901 à 1920 ; 2° recueil méthodique des applications immédiates des cours de Mathématiques spéciales rencontrées dans les problèmes précédents. Cette seconde partie sera particulièrement utile aux candidats.

KRAITCHIK (M.) : *Théorie des Nombres.* Préface de M. M. D'OCAGNE. 1 vol. in-8° de 230 p. avec Tables (Prix : 25 fr.). Gauthier-Villars et Cie, Paris, 1922.

Cet ouvrage constitue un exposé des éléments proprement dits de la Théorie des Nombres, et sert d'introduction à cette théorie. On y trouvera, en particulier, des procédés opératoires sûrs, faciles et rapides permettant d'effectuer les « criblages » sur des ensembles de nombres considérables.

KENNELLY (A. E.) : *Les applications élémentaires des fonctions hyperboliques à la science de l'ingénieur-électricien.* 1 vol. in-8° de 154 p. avec 31 fig. (Prix : 15 fr.). Gauthier-Villars et Cie, Paris, 1922.

Cet ouvrage développe la matière d'une série de conférences données par l'auteur en France dans diverses Universités et Ecoles électrotechniques.

POPPOVICH (N. M.) : *Die Lehre vom diskreten Raum in der neueren Philosophie.* 1 vol. in-8° de 89 p. avec 10 fig. W. Braumuller, Vienne et Leipzig, 1922.

L'auteur étudie les questions suivantes : 1. Histoire du problème de l'espace ; 2. Wolff et ses continuateurs. 3. Boscovich et les finitistes français ; 4. La théorie de l'espace discret dans la philosophie anglaise. 5. La théorie de l'espace intelligible de Herbart. 6. La théorie de l'espace discret biforme.

2° Sciences physiques

MANSON (Marsden) : *The Evolution of Climates.* 1 broch. in-8° de 66 p. The Lord Baltimore Press, Baltimore (U.S.A.), 1922.

L'objet de ce travail est d'offrir une interprétation des causes, des conditions et des principes de contrôle des climats que la Terre a subis pendant les âges géologiques et l'ère moderne.

MAREC (Eug.) : *La force motrice électrique dans l'Industrie.* Préface de M. P. JANET. 1 vol. in-8° de 614 p. avec 541 fig. (Prix : 55 fr.). Gauthier-Villars et Cie, Paris, 1922.

L'auteur prend le matériel à sa sortie de chez le constructeur, fait ressortir ses propriétés caractéristiques, montre comment on doit l'installer, l'alimenter, l'entretenir, localiser ses avaries. Il étudie l'organisation générale des services électriques d'une usine et passe en revue les principales applications industrielles des moteurs électriques.

TOCHÉ (Carlo) : *La Radiotéléphonie.* Préface de M. le Général FERRIÉ. 1 vol. in-4° de 98 p. avec 44 fig. (Prix : 10 fr.). Gauthier-Villars et Cie, Paris, 1922.

L'auteur expose ici, à l'usage du plus grand nombre, des notions nettes sur le principe de la radiotéléphonie, les appareils qu'elle met en œuvre, ses avantages, ses difficultés et son avenir.

LEIGHTON (A.) : *Application of the geophone to mining operations.* 1 broch. in-8° de 33 p. avec 14 fig. et 2 pl. (Prix : 10 cents). Technical Paper 277 du Bureau of Mines. Government Printing Office, Washington, 1922.

Description du géophone, appareil destiné à déceler les sons transmis par la terre, et de ses applications dans les opérations minières, en particulier dans les travaux de sauvetage.

NEAL (R. O.) et **PERROTT** (St. J.) : *Carbon black. Its manufacture, properties and uses* (Bulletin 192 du Bureau of Mines). 1 broch. in-8° de 95 p. avec 17 fig. et 14 pl. (Prix : 25 cents). Government Printing Office, Washington, 1922.

Description de la fabrication du noir de fumée au moyen du gaz naturel aux Etats-Unis et de ses propriétés et emplois.

DYKEMA (W. P.) et **CHENOWETH** (A. A.) : *Design and operation of a low-pressure absorption plant* (Technical Paper 263 du Bureau of Mines). 1 broch. in-8° de 42 p. avec 14 fig. et 1 pl. (Prix : 10 cents). Government Printing Office, Washington, 1922.

Description d'une installation d'absorption à basse pression pour la récupération de la gazoline du gaz naturel aux Etats-Unis.

3° Sciences naturelles

DALLONI (M.) : *La géologie du pétrole et la richesse des gisements pétrolifères en Algérie.* 1 vol. in-8° de 329 p. avec 48 fig. et 1 carte. J. Carbonel, Alger, 1922.

Cet ouvrage résume les recherches effectuées depuis quelques années par l'auteur sur les gisements hydro-carburés de l'Algérie. La conclusion qui s'en dégage est qu'on ne peut affirmer qu'il existe en Algérie d'importants gisements de pétrole.

GRUVEL (A.) : *En Norvège. L'industrie des pêches.* 1 vol. in-8° de 170 p. avec 33 fig. et 24 pl. (Prix : 25 fr.). E. Blondel La Rougery, 7, rue Saint-Lazare, Paris, 1922.

Après quelques considérations générales, l'auteur étudie les diverses pêches norvégiennes, y compris la chasse aux cétacés et pinnipèdes, leurs produits et sous-produits, et en tire quelques conclusions pratiques relatives à l'exploitation des pêches coloniales.

TITCHENER (E. B.) : *Manuel de Psychologie.* Traduit par H. LESAGE. 1 vol. in-8° de 571 p. avec 65 fig. de la *Bibliothèque de Philosophie contemporaine* (Prix : 35 fr.). Librairie Félix Alcan, Paris, 1922.

Ce livre présente pour la première fois d'une façon systématique les efforts et les résultats de la psychologie du laboratoire qui cherche à contrôler et à préciser par les procédés expérimentaux les données de l'introspection.

4° Sciences médicales

LEMATTE (L.) : *L'opothérapie du praticien.* 1 vol. in-16 de 238 p. avec 3 pl. (Prix : 5 fr.). A. Maloine et fils, Paris, 1923.

Ce livre est divisé en 3 parties. La première expose les techniques à employer pour obtenir des préparations actives ; la deuxième étudie les glandes et les tissus utilisés ; la troisième décrit les applications de l'opothérapie aux différentes maladies de la pratique quotidienne.

POZERSKI (E.) : *Hygiène alimentaire.* 1 vol. in-16 de 181 p. de la *Collection d'Hygiène pratique et familiale* (Prix : 6 fr.). Librairie Delagrave, Paris, 1922.

Ce livre est écrit par un physiologiste qui veut conseiller à des êtres normaux les règles d'hygiène alimentaire qu'ils doivent suivre pour rester normaux, c'est-à-dire bien portants.

LEVY (Edw.) : *Compressed-air illness and its engineering importance* (Technical Paper 285 du Bureau of Mines). 1 broch. in-8° de 48 p. avec 10 fig. et 13 pl. (Prix : 10 cents). Government Printing Office, Washington, 1922.

Etude des problèmes physiologiques posés par les travaux des mines et les travaux souterrains, en particulier des méthodes proposées pour obvier aux effets sur l'homme de l'augmentation de la pression atmosphérique (maladie des caissons).

5° Sciences diverses

DEONNA (W.) : *L'Archéologie. Son domaine, son but.* 1 vol. in-16 de 284 p. de la *Bibliothèque de Philosophie scientifique* (Prix : 7 fr. 50). Ern. Flammarion, Paris, 1922.

L'auteur montre combien est féconde pour tous la connaissance archéologique ; il insiste sur la nécessité d'en concevoir l'étude comme une psychologie, une philosophie, et non plus seulement comme le déroulement de faits historiques ou esthétiques.

SOMMAIRES DES JOURNAUX SCIENTIFIQUES

1° Périodiques généraux

Bulletin de la section scientifique de l'Académie Roumaine (Bucarest), t. VII, n°s 7-10. ONICESCU : Sur les zéros des fonctions ς (s). — LEON : Un proc. plus rapide pour la prépar. microscop. des œufs des Helminthes. — JEKELIUS : Le Jurassique moyen et supér. dans la région de Hagimasul mare en Transylvanie. — ID. : Remarques sur quelques fossiles du calcaire tithonique de la Transylvanie occid. — T. VIII, n°s 1-2. MARINESCO : Rech. sur les ferments oxydants. — PETRESCU : Plantes aquatiques de la flore de Moldavie. — KARPEN : Nouv. évaluation de la pression interne des liquides. Criterium de l'assoc. des moléc. dans un liquide.

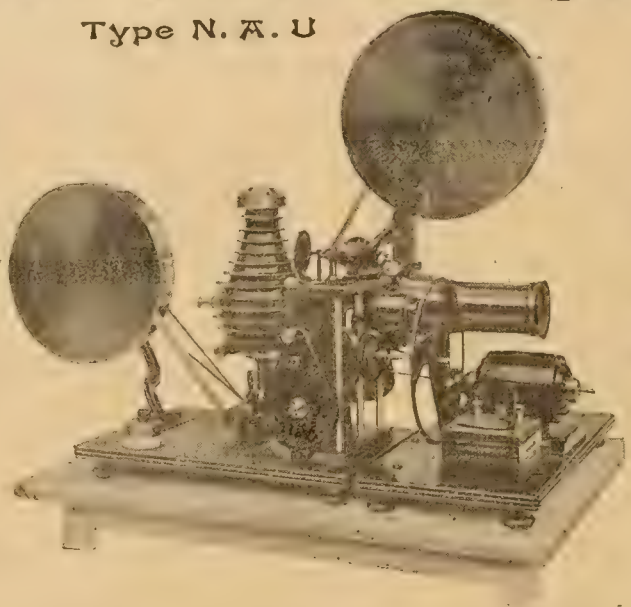
Proceedings of the National Academy of Sciences of the U. S. of America (Easton, Pa.), t. VIII, n° 10 (Oct.). BLUMBERG : Nouv. prop. de toutes les fonctions réelles. — MOORE : Les limites généralisées dans l'analyse générale. — BUNTING : Note prélimin. sur le *Tetramitus*, stade dans le cycle évolutif d'une Amibe coprozoïque. — PEARL et LE BLANC : Nouv. note sur l'indice d'âge d'une population. — NOYES et WILSON : L'ionisation thermique des éléments gazeux aux hautes température. — HALL : Une théorie électronique de la conduction électr. dans les métaux. — BARUS : La déviation statique, le décrément logarithm. et la première demi-période de l'aiguille gravitante dans le vide.

Journal of the Washington Academy of Sciences (Easton, Pa.), t. XII, n° 17 (19 oct.). WASHINGTON : Un éclat de jade travaillé de Copan. — BLAKE : Deux nouv. esp. de *Peratinera*.

Appareil Pathé-Enseignement

Type N. A. U

Adopté par le Ministère de l'Instruction publique, les Universités, les Facultés, les Grandes Ecoles.



Admis, sans cabine, dans les séances publiques par la Préfecture de Police

Construit par les Etablissements CONTINSOUZA

SIMPLE — ROBUSTE — STABLE — LE PLUS LUMINEUX

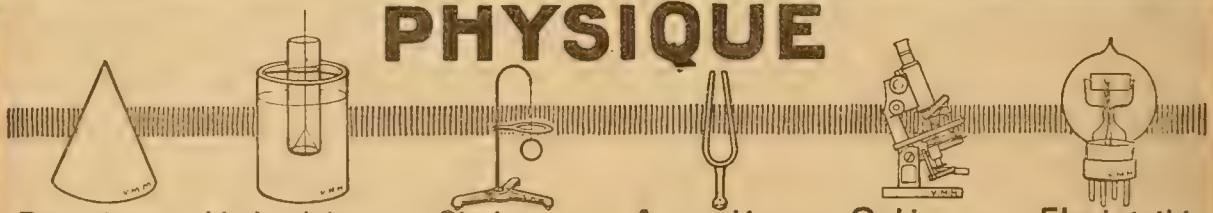
Permettant l'arrêt sur les images du film

Le meilleur appareil pour les conférences et l'enseignement

Service de l'Enseignement — Pathé Consortium Cinéma

67, Rue du Faubourg-Saint-Martin, PARIS (10e)

PHYSIQUE



Pesanteur Hydrostatique Chaleur Acoustique Optique Electricité

V.M.M.

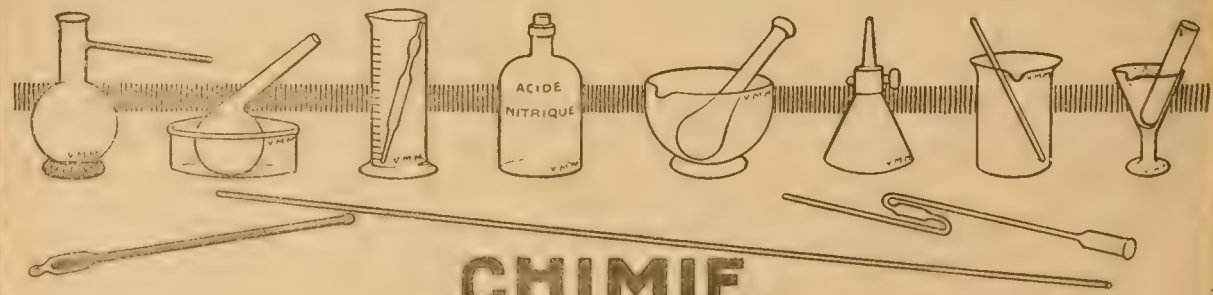
Bureaux / Ateliers — 11, rue Blainville PARIS (Ve) T. Gob. 47-64

ARGUS DES SCIENCES

Gratuit

Occasions Scientifiques

CATALOGUES

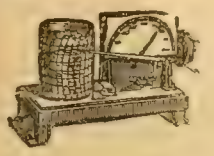


CHIMIE

Appareils de mesure et de contrôle

POUR LES SCIENCES ET L'INDUSTRIE

Thermomètre enregistreur



Cinémomètre enregistreur

Ampèremètre à cadran.

ENREGISTREURS BREVETÉS S. G. D. G.
écrivant à l'encre leurs indications d'une façon continue sur papier se déplaçant en fonction du temps.

MÉTÉOROLOGIE
Actinomètres, anémomètres, anémoscopes, baromètres, hygromètres, pluviomètres, psychromètres, thermomètres enregistreurs.

MÉCANIQUE
Dynamomètres de traction, de rotation, enregistreurs. Indicateurs dynamométriques système Richard. Manomètres enregistreurs et à cadran. Cinémomètres enregistreurs ou à cadran donnant d'une façon absolue la vitesse en mètres par seconde ou le nombre de tours par minute d'un arbre, d'une machine, etc., etc.

INDUSTRIE
Indicateurs de niveau d'eau enregistreurs transmetteurs à distance. Hydromètres enregistreurs. Manomètres enregistreurs ou à cadran. Thermomètres avertisseurs, à cadran, enregistreurs. Pyromètres, etc., etc.

ÉLECTRICITÉ
Ampèremètres et voltmètres enregistreurs ou à cadran. Wattmètres enregistreurs. Ohmmètres. Boîtes de contrôle, etc.

PHOTOGRAPHIE
Le **Vérascope**, Le **Glyphoscope**, Le **Taxiphote**, brevetés S. G. D. G.
(Voir le numéro précédent.)

Baromètre enregistreur

Manomètre enregistreur.

Voltmètre enregistreur

OXYGÉNATEUR DE PRÉCISION du Dr Bayeux (breveté S.G.D.G.)
le seul permettant d'effectuer les injections d'oxygène avec précision et sécurité.

GRANDS PRIX aux Expositions Liége 1905, Lyon 1914
HORSCONCOURS
MEMBRE DU JURY

JULES RICHARD,

Fondateur et successeur de la Maison RICHARD Frères

25, Rue Mélingue (anc. imp. Fessart), **PARIS, XIXe**
Exposition et Vente : **10, rue Halévy** (près l'Opéra).
Envoi des Notices illustrées sur demande.

Adresse télégraph. : Enregistreur-Paris
Téléph. Nord 19.63

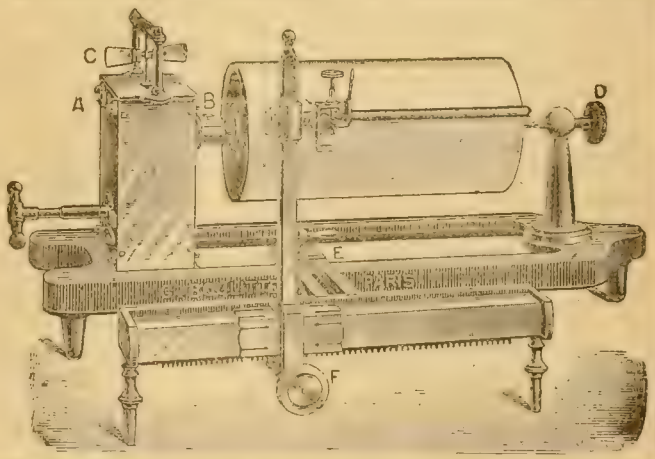
Ancienne Maison Ch. VERDIN, ✻, Q, ✠

G. BOULITTE, Succr

Ingénieur-Constructeur à PARIS
15 à 21, rue Bobillot, PARIS (13e)
(anciennement 7, rue Linné)

Appareils de précision pour la PHYSIOLOGIE et la MÉDECINE

ENREGISTREURS, MOTEURS ÉLECTRIQUES À VITESSE CONSTANTE, CHRONOGRAPHES, CHRONOSCOPES, SIGNAUX ÉLECTROMAGNÉTIQUES DE M. DEPREZ, ÉLECTRODIAPASONS, MANOMÈTRES, DYNAMOMÈTRES, SPHYGMOGRAPHES, ETC.



— Standley : Le *Diospyros conzattii*, nouv. esp. du Mexique. — Maxon : Nouv. *Salvinia* de la Trinité.

Archivos de la Associacion peruana para el progreso de la Ciencia (Lima), t. I, n° 1. Bravo : La région côtière des départem. de Tumbes et Piura. — Gaudron : Le poids des racines de *Manihot utilissima* et ses rapports avec la fasciation des tiges. — Plaza : Sur la géologie des Pampas. — Rebagliati : Sur une cause d'erreur dans le diagnostic de la fièvre de Malte. — Garcia : Valeur aliment. de la lúcuma. — de Losada y Puga : Etude du cas-limite dans la théorie des pièces d'égale résistance à la compression. — Lisson : Contrib. à l'étude de quelques Foraminifères tertiaires provenant du nord du Pérou. — Tabusso : Culture du *Bac. Chauvœi* en prés. de l'air. — Monge : Les hépatopathies inflammatoires. Sur une forme de réaction instersticielle du foie dans la dysenterie amibienne. — de Losada y Puga : Discussion d'une formule d'Einstein. — Portocarrero : Le volume de matière arrachée au Continent par les cours d'eau de la côte péruvienne.

The Philippine Journal of Science (Manille), t. XXI, n° 1 (Juillet). Perkins : Fabrication de certaines drogues pour le traitement de la lèpre. — Cole : Fabrication de l'alcool industriel et de l'alcool pour moteurs aux Philippines. — Wells et Perkins : L'emploi de fumées sulfureuses dans la dessiccation du copra. — Weise : Hispinées de l'ancien monde. — Shaw : *Merrillosphæra*, nouv. genre de Volvocacées.

2° Art de l'Ingénieur

Revue universelle des Mines, de la Métallurgie, des Travaux publics (Liége), t. XV, n° 3 (1er novembre). Strauven : Calcul du travail maximum d'un moteur à combustion interne. — Morin : Effets de pression de terrains dans les exploitations houillères. — Cousin : Considérations économiques sur le choix du lit de fusion. — Dumartin : Méthode de réglage de la vitesse des moteurs électriques de laminoirs.

Journal of the Royal Society of Arts (Londres), t. LXX, n° 3650 (3 nov.). Radcliffe : Les constituants des huiles essentielles. III.

3° Sciences physiques

The Physical Review (Lancaster et New-York), 2e sér., t. XX, n° 3 (Sept.). Morgan : Les constantes opt. des alliages Na-K. — Foster : Intensités relatives des composantes de l'effet Stark dans le spectre de l'He. — Heindlofer : Etude mathémat. des diverses hypothèses sur la trempe rapide. — Bateman : Le tenseur tension-énergie dans la théorie électromagnét. et une nouv. loi de force. — Hall et Payne : La variation de l'indice de réfraction de l'eau, de l'alcool éthyl.

et de CS^2 avec la température. — HILL : Mesure de la pression de la vapeur de Hg au moyen du calibre de pression de Knudsen. — WAHLIN : Sur l'effet du veillissement dans la mobilité des ions gazeux positifs. — KLEEMAN : Effet des subst. dissoutes sur le dépôt des particules colloïdales d'une sol. au moyen du courant électr. — CASWELL : Les effets Hall-Ettingshausen, Nernst et Leduc dans le Cd, le Ni et le Zn.

Scientific Papers of the Bureau of Standards (Washington), n° 433 (10 avril). SOUDER et HIDNERT : Dilatation thermique de quelques aciers. — N° 434 (17 avril). VINAL et ALTRUP : F. é. m. des piles aux basses températures. — N° 435 (27 avril). RAWDON et LORENTZ : Réactifs d'attaque pour la métallographie. II. Pour les alliages de Cu, le Ni et les alliages α du Ni. — N° 436 (2 mai). PETERS et BOYD : Méthodes d'interférence pour étalonner et essayer les calibres de précision. — N° 437 (5 mai). JACKSON et SILSBEE : La solubilité du dextrose dans l'eau. — N° 438 (12 mai). COBLENTZ : Essais de radiomètres stellaires et mesures de la distrib. d'énergie dans les spectres de 16 étoiles. — N° 439 (5 mai). DAVIS et WALTERS : Sensitométrie des émulsions photograph. et caractéristiques des plaques et des pellicules de fabrication américaine. — N° 441 (24 mai). MEGGERS et BURNS : Notes sur les spectrographes et les tubes pour spectres donnant des longueurs d'ondes étalons. — N° 442 (31 mai). KIESS : Mesures de longueurs d'onde dans les spectres d'arc de Nd et Sa.

Bulletin de la Société française des Electriciens, 4e sér., t. II, n° 17 (Juillet). IGLÉSIS : Autobus électr. à trolley, dits «trolleybus ». — PÉRIDIER : L'omnibus à double trolley étudié par la Soc. des transports en commun de la région parisienne. — DUTILH : Les transmissions électr. dans les engins de guerre (tanks, locomotives pétroléo-électr.). — N° 18 (Août-Oct.). FRIGON : Etude expérim. sur les pertes d'énergie dans quelques diélectriques industr. soumis à une différence de potentiel sinusoïdale. — PIONNIER : Sur les conditions imposées pour la fourniture des lampes à incandescence quant à leurs caractéristiques lumineuses et électr.

Bulletin de la Société chimique de France, t. XXXI-XXXII, n° 10 (Octobre). RICHARDS : La signification actuelle des poids atomiques. — MOUREU : La troisième Conférence de l'Union internat. de la Chimie pure et appliquée. — BLANCHETIÈRE : Action de la glycérine à chaud sur l'acide glutamique. Obtention de l'acide cyclo-glutamyl-glutamique (ou acide 2.5-diacipipérazine-3.6-dipropionique) et de l'acide glutamyl-glutamique. — BOUDOUARD et LEFRANC : Etudes sur les argiles (I) : matières premières ; leur composition chimique. — CUISINIER : L'hyposulfite double de Bi et Na ; sa préparation et son emploi dans le dosage des sels de K. — DUCLAUX : Catalyse de l'eau oxygénée par les sels ferriques. — FLORENTIN : Sur l'oxydation chromique des différentes variétés de carbone et de houilles. — FOURNEAU et SANDULESCO : Sur le dédoublement de l'acide phénoxypropionique et de l'acide orthonitrophénoxypropionique en leurs composants actifs. — GAULT et WEICK : Rech. sur l'éther phénylpyruvique (*suite*). — GRIGNARD et PURDY : Sur l'oxyde d'éthyle-α.β'-dichloré. — POLONOVSKI (Max et Michel) : Nouvelle recherche dans la série de la pilocarpine. I. Nitropilocarpine et nitroisopilocarpine. — SANFOURCHE et LIÉBAUT (Mlle) : Sur les hydrates de sulfure de sodium. — TASSILLY : Sur le traitement de l'aluminium avant son nickelage.

Zeitschrift fur Elektrochemie (Leipzig), t. XXVIII, n° 10 (1er oct.). OSTWALD : Quels progrès a provoqués la nouv. théorie des couleurs ? — ARRHÉNIUS : Régularités physico-chim. dans les phénomènes cosmo-chimiques. — GOLDSCHMIDT : Les échanges de matière de la Terre. — BAUR : La différence de potentiel entre deux phases liquides.

Chimie et Industrie, t. VIII, n° 4 (Oct.). NICOLARDOT : Le Congrès internat. des combustibles liquides. — FRION : Le chauffage au charbon pulvérisé des chaudières et des fours en général. — NOELTING : Contrib. à l'étude des colorants à mordants. — SUNDER : La teinture des tissus de coton en bleu au campêche. — DE VAINS : L'industrie de la cellulose en France. — CLÉMENT et RIVIÈRE : La synthèse de la nacre. — ERCKMANN : Le verre « Pyrex ». — FROIDEVAUX : Sur le dosage de l'azote ammoniacal dans les mat. organ. — KARL : Madagascar, source française de radium.

4° Sciences naturelles

Comptes rendus de la Société de Biologie, t. LXXXVII, n° 31 (28 octobre). AZOULAY : La cause du rapprochement provoqué des feuillets de *Russula queletii* (Fr.) Bat. — DESLIENS : Transfusion sanguine et fièvre aphteuse. — FISCHER : Equilibre colloïdal des sérums sanguins normaux ou patholog. — GUEYLARD (Mlle F.) : Variations de poids de l'Epinoche passant de l'eau douce dans des solutions de NaCl à différentes concentrations. — HAUDUROY : De l'action du sérum antidysentérique sur la lyse du bacille de Shiga par le Bactériophage de d'Hérelle. — ID. : Sur les lysines du Bactériophage de d'Hérelle. — MOLLIARD : Infl. de la nature de la source d'azote sur la production des acides organiques par le *Sterigmatocystis nigra*. — PRENANT : Sur les ferments oxydants nucléaires et cytoplasmiques et sur leur importance physiologique. — STÉRIAN : Contrib. à l'étude de l'identification des sérums thérapeutiques *in vitro*. — TARGOWLA et MUTERMILCH : Sur le syndrome humoral de la sclérose en plaques. — WEBER : Toxicité du milieu intérieur des Urodèles pour leurs œufs. — BORDET : Obtention de principes de faible puissance dans l'autolyse microbienne transmissible. — DUESBERG : Sur l'origine de l'axe de soutien dans la queue régénérée des Amphibiens Urodèles. — KUGELMASS : Changements de la viscosité et du degré de transparence pendant la coagulation du sang. — ID. : Infl. de la concentr. de divers constituants de la solution de thrombine sur la vitesse de la coagulation du sang. — LEPLAT : Etude des modifications provoquées dans les deux yeux par une contusion oculaire unilatérale. — MULLER : Un nouv. procédé de différenciation des microbes des types *coli* et *typhosus*. — PETITJEAN : Infl. de la coagulation sur la teneur du sang en azote aminé. — VAN LAER et MERTEN : L'acidité libre et son influence sur la reproduction des levures et des microbes. — VAN SACEGHEM : La sérothérapie dans le traitement des trypanosomiases. — ID. : Les infections doubles à trypanosomes pathogènes. — ID. : L'intrapalpébro-réaction dans le diagnostic des trypanosomiases. — N° 32 (4 novembre). ACHARD et THIERS : Sur les réactions du liquide céphalo-rachidien dans la sclérose en plaques. — BESSON et EHRINGER : Sur un nouveau Bacille isolé des huîtres. — BOUVEYRON : Action de la lumière sur la tuberculine en solution colorée par l'éosine ou l'érythrosine. — COULAUD : Action des rayons X sur le corps thyroïde du lapin adulte. — FABRE et PENAU : Sur le dosage de l'iode dans les extraits thyroïdiens. — GESSARD et VAUDREMER : Divers modes de culture du bacille tuberculeux. — GOY : Action du filtrat de *Mucor* sur le développement des cultures microbiennes. — HEITZ : De la cholestérinémie chez les sujets porteurs d'artérite oblitérante. — LABBÉ et NEPVEUX : L'excrétion azotée dans le jeûne. — LISBONNE et CARRÈRE : Sur l'obtention du principe bactériophagique par antagonisme microbien. — LUQUET : Sur la toxicité d'un glucoside arsenical : le di-glucoside-dioxydiaminoarsénobenzol. — UKIL : Un anaérobie œdématogène de l'appendicite.

Rivista de Biologia (Rome), t. IV, fasc. IV-V (Juillet-Oct.). PERRONCITO : La direction et l'enseignement de la Pathologie générale dans les Universités italiennes. — PETRI : Existe-t-il une bioradioactivité ? — RACAH : Etude causale sur la production de petits œufs sans jaune et de l'*ovum in ovo* chez la poule. — PENSA : Le problème morpholog. — CENI : L'infl. de la vue sur la fonction du testicule et sur les caractères sexuels internes. — DESOGUS : L'hypophyse dans les lésions du cervelet. — BORGHESANI : L'écologie végétale et ses applic.

Japanese Journal of Botany (Tokyo), t. I, n° 2. NISHIMURA : Morphologie et développem. comparés du *Poa pratensis*, du *Phleum pratense* et du *Setaria italica*. — KUDO : Les Labiées d'Hokkaido.

Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom, n. s., vol. XII, n° 4 (Oct.). R. S. CLARK : Raies. I. Enveloppes des œufs et jeunes. — M. V. LEBOUR : La nourriture des organismes planktoniques. — A. SCOTT : Sur la nourrit. des jeunes Plies (*Pleuronectes platessa*). — E. FORD : Sur les stades jeunes des *Blennius ocellaris* (L.), *pholis* (L.) et *gattorugine* (L.). — ID. : Sur les stades post-larvaires des Labres qui se trouvent aux environs de Plymouth. — E. W. NELSON : Sur la fabrication des bouteilles dérivantes. — W. R. G. ATKINS : La concentr. en ions H de l'eau de mer et ses conséquences biolog. — ID. : La matière organique respirable de l'eau de mer. — ID. : La dibromo-thymol-sulfonephthaléine comme réactif pour déterminer la concentration en ions H de cellules vivantes. — ID. : La concentr. en ions H des cellules de quelques Algues marines. — ID. : Infl. d'une altération de la concentr. en ions H de l'eau de mer sur les cellules des Algues. — ID. : Prépar. de formol définitivement non-acide pour la conserv. de spécimens calcaires. — MARIE V. LEBOUR : Péridiniens de Plymouth, I. *Diplopsalis lenticula* et ses alliés ; II. *Exuviella perforata* Gran de la Manche ; III. Une n. sp. de *Phalacroma*. — T. A. STEPHENSON : Le g. *Hyanthus* Forbes. — MARIE V. LEBOUR et R. ELMHIRST : Contrib. à l'histoire du *Parorchis acanthus* Nicoll, trématode paras. de la Mouette. — ETHELWYNN TREWAVAS : Sur la présence de l'*Echinus esculentus* dans la zone intercotidale sur la côte de Cornouailles.

5° Sciences médicales

Bulletin de l'Académie de Médecine, t. LXXXVIII, n° 35 (31 octobre). DESGREZ, BIERRY et RATHERY : Le lévulose dans le traitement du diabète. — HAYEM : A propos de la suppression éventuelle du Ministère de l'Hygiène. — FIESSINGER : L'examen médical des chauffeurs. — CARNOT : L'opothérapie embryonnaire. — NOBÉCOURT : Quelques remarques sur l'usage interne de la teinture d'iode chez les enfants. — DORÉ : La vaccination jennérienne peut-elle provoquer un ictère hémolytique ? Ictère hémolytique coïncidant avec une encéphalite myoclonique. — N° 36 (7 nov.). LABBÉ : L'emploi du lévulose chez les diabétiques. — TUFFIER : La mortalité par cancer et sa fréquence croissante (Discussion). — LEREBOULLET : Diphtérie et sérothérapie intensive. — LOIR et LEGANGNEUX : Utilité de la vaccination contre la fièvre typhoïde. — ARMAND-DELILLE : La guérison de la péritonite tuberculeuse par les grands bains de soleil. — BENOIT : De l'infl. des radiations lumineuses dans la pathogénie du cancer.

Annales de l'Institut Pasteur, t. XXXVI, n° 10 (Octobre). NICOLLE et CÉSARI : La phagocytose. — PANISSET et VERGE : La réaction de déviation du complément dans le diagnostic de la tuberculose des animaux domestiques. — ROUBAUD : Les mouches tsétsés dans l'Ouest Africain.

The Journal of industrial Hygiene (Boston), t. IV, n° 7 (Nov.). GAIRNS et O'BRIEN : Discussion de la méth. de Waller pour calculer la dépense d'énergie et résultats d'expér. faites pour déterminer cette dépense dans quelques tâches ménagères. — BUNN : L'usage des tableaux avec marques dans les dispensaires industriels.

INFORMATIONS

Projet d'Observatoire au Pic Gerlsdorf (Tchéco-Slovaquie). — La partie de l'Europe qui appartient à la zone du climat continental et qui comprend la plaine sarmate, les pays des Sudètes et les pays des Karpates, — politiquement la Tchéco-Slovaquie et la Russie, l'Allemagne, les Etats baltes, la Pologne, la Hongrie et la Roumanie, — manque encore d'un observatoire météorologique de grande hauteur qui compléterait utilement les observations faites en plaine. Déjà les pays des Alpes ont un certain nombre d'Observatoires de ce genre : la France celui du Mont-Blanc (l'Observatoire Vallot, 4.360 m.) ; l'Italie celui du Mont Rose (pointe Gnifetti, 4.560 m.) ; la Suisse au Sonnblick (3.100 m.) et au Santis (2.500 m.) ; l'Allemagne sur le Zugspitze (2.960 m.), mais la zone de climat continental n'a aucun observatoire, car la station météorologique du Babiagura (1.725 m.) dans les Monts Beskides est trop basse pour pouvoir servir d'observatoire de hauteur.

D'année en année, on a attribué une importance plus grande aux observations faites sur les hauteurs, soit pour l'observation du climat, en général, soit aussi pour la prévision du temps.

La connaissance du temps en Europe est pour la Météorologie une tâche difficile à remplir et qui ne peut être assurée que par des observations régulières prises sur les hauteurs. Ces observations sont importantes, au point de vue pratique, pour l'agriculture et d'autre part au point de vue théorique elles sont utiles non seulement à la Météorologie, mais encore à toute une série de sciences apparentées : Physique, Géologie, Hygiène (Physiologie, Climatothérapie, Héliothérapie), et en fin de compte l'industrie des étrangers profiterait elle-même d'un observatoire de ce genre.

Pour l'édification de cet observatoire, le Haut Tatra paraît particulièrement désigné. Il n'a pas seulement la plus grande élévation, car il dépasse toutes les autres montagnes de cette région de 700 à 1.500 mètres, mais il a aussi une situation centrale et la valeur d'un observatoire sur ce point serait augmentée par le réseau serré des stations météorologiques que le Tatra possède depuis plusieurs dizaines d'années et dont les observations compléteraient heureusement les observations nouvelles.

L'association des Karpathes (*Karpathenverein*) s'occupe depuis une trentaine d'années d'édifier un observatoire dans le Haut Tatra. Elle a commencé déjà une vaste propagande et acquis l'appui de cercles scientifiques et touristiques, ce qui a donné lieu à de nombreuses et importantes publications sur cette question. L'observatoire devait s'élever sur un des sommets les plus accessibles du Haut Tatra, le Schlagendorf (2.453 m.), et le chemin de fer électrique du Tatra avait déjà acquis une concession pour les travaux préparatoires d'un chemin de fer à crémaillère sur le sommet. Le Schlagendorf avait été choisi à cause de son accès facile et l'exécution technique avait paru, avant la guerre, assez aisée. Mais la guerre nous a donné des informations nouvelles en ce qui concerne l'accessibilité et l'habitabilité des plus hautes régions montagneuses. Les perfectionnements techniques survenus dans la construction de câbles ascenseurs et de souterrains permettent d'aborder un plan qui, autrefois, avait été sans doute envisagé, mais dont l'exécution avait été combattue par la majorité : l'édification d'un observatoire sur la plus haute cime du Tatra, le pic Gerlsdorf (2.663 m.).

Le pic Gerlsdorf n'a pas seulement l'avantage d'être le plus haut sommet de toute la région du climat continental de l'Europe, mais par sa situation dominante et centrale dans le Haut Tatra, il est aussi le lieu où la marche du temps peut être observée sans obstacle et avec la plus grande netteté possible. Le Schlagendorf est trop bas pour cela : il est dirigé vers le sud et se trouve sous le vent par rapport au pic Gerlsdorf. Sans doute, pour construire sur le Gerlsdorf, il faudra venir à bout d'importantes difficultés techniques, mais les avantages scientifiques les dépassent de beaucoup et les perfectionnements de la technique aideront à les surmonter.

D'après le plan envisagé, l'observatoire du pic Gerlsdorf devra être situé dans un souterrain que l'on aménagera à la mine. Dans les rochers du sommet on ne construirait une plate-forme que pour l'agencement des instruments. La communication avec le sommet serait établie par un ascenseur à câble d'acier qui partirait, soit de la vallée de Felk, soit de la vallée de Botzdorf, le long des escarpements de la montagne. L'accès de l'ascenseur serait assuré par des chaussées et des abris de hauteur.

Plusieurs circonstances facilitent l'exécution de ce plan : une chaussée va déjà du lac de Felk sur le versant oriental du pic de Gerlsdorf et il existe également là un vaste chalet-abri, station silésienne de l'Association des Karpathes. Cette chaussée pourra être continuée sans trop de peine jusqu'au lac de Langen (1.886 m.) et de là l'ascenseur n'aurait à s'élever que de 780 m. On l'actionnera aisément avec le courant du chemin de fer électrique du Tatra, qui dispose de force en abondance, et pour sa construction on disposera de matériaux (explosifs, appareils élévatoires, etc.) que la République Tchéco-Slovaque a reçu au moment de la répartition du matériel de l'ancienne armée impériale et royale.

Le capital employé à la construction, — du moins tout celui qui ne résultera pas de donations, — pourra produire des intérêts en offrant aux visiteurs étrangers toute une installation si, sur le sommet, à côté de l'observatoire, on construit ou on aménage dans les rochers des locaux pour les touristes. On peut compter que le revenu des abris et de l'ascenseur couvrira largement les frais d'exploitation et les intérêts du capital. La vallée de Felk est d'ailleurs la plus visitée de celles du Haut Tatra, car elle compte quatre des plus importantes stations du Tatra et possède le passage le plus aisé de la montagne, le col de Pologne, d'où la vue est magnifique, ainsi que le sommet le plus facile à atteindre, le Visoka (2.429 m.). Mais la possibilité d'atteindre sans difficultés et sans danger le pic Gerlsdorf, la cime la plus haute non seulement de la République mais de tout le domaine des Karpathes et de toute la zone continentale de l'Europe, augmenterait dans une telle mesure la circulation dans la vallée que le bénéfice prévu peut être considéré comme assuré. Ce qui le garantit, c'est le revenu que donnent déjà les autres abris du Tatra qui ne possèdent pourtant pas la même attraction. Il est encore impossible d'estimer les frais de construction ; ils s'élèveront probablement à plusieurs millions ; il est impossible de les réunir par souscription comme on avait essayé de le faire quand on songeait au pic Schlagendorf. Il faudrait une collaboration de toutes les forces pour mener à bien une œuvre aussi grandiose. Une société par actions devrait, avec le concours de l'Etat, fournir l'argent nécessaire aux installations destinées aux touristes. Les associations scientifiques du pays devraient construire l'observatoire ; celles de l'étranger aider à le meubler et à le monter ; les associations touristiques, enfin, aideraient à l'œuvre de souscription et à la construction des maisons-abris. L'administration de l'armée aiderait à diminuer les frais de construction en mettant à la disposition des promoteurs du projet les matériaux dont elle dispose et la main-d'œuvre. En réunissant toutes ces forces, l'œuvre doit réussir.

Il n'y a pas d'autre domaine où la République Tchéco-Slovaque puisse actuellement accomplir une œuvre scientifique de pareille valeur, et si elle l'accomplit, elle aura rendu à la science européenne et même mondiale un service qui lui fera honneur.

AVIS TRÈS IMPORTANT A NOS ABONNÉS

Renouvellement du 1er Janvier 1923

L'Administration de la **Revue générale des Sciences** prie Messieurs les Abonnés de bien vouloir faire parvenir le montant de leur abonnement avant le **30 Janvier 1923** à G. DOIN, Editeur, 8, Place de l'Odéon, Paris (6e). Passé cette date l'Administration fera présenter une quittance augmentée (pour les frais de recouvrement)

de **1** franc pour Paris
de **1** fr. **25** pour les Départements.

Les abonnés de la France et des Colonies peuvent renouveler leur abonnement par un versement au compte : Chèques postaux, G. DOIN-Paris-N° 201,74.

Les abonnés de l'étranger sont priés d'adresser le montant par mandat postal, chèque postal sur Paris, ou de charger leur libraire d'opérer leur renouvellement.

Les abonnés qui renouvellent leur abonnement sont priés de bien vouloir rappeler l'adresse à laquelle l'envoi leur était fait et, en cas de modification, d'indiquer à la fois l'ancienne et la nouvelle adresse afin d'éviter un double emploi dans le service du Journal.

G. DOIN, Editeur.

LIVRES REÇUS

Tous les livres reçus par la Revue *sont signalés sous cette rubrique avec une brève indication de leur contenu, sans préjudice de l'analyse critique dont ils pourront être ultérieurement l'objet dans la partie bibliographique de la* Revue.

1° Sciences mathématiques

BOSCOVICH (R. J.) : *A Theory of Natural Philosophy*. Latin-english Edition. Avec une Vie de Boscovich. 1 vol. gr. in-4° de XIX-470 p. avec 75 fig. (Prix cart. :). The Open Court Publishing Company, Chicago et Londres, 1922.

Réimpression de la célèbre *Theoria Philosophiæ Naturalis* de Boscovich, dans le texte latin de la première édition publiée à Venise en 1763, avec la traduction anglaise en regard, précédée d'une courte biographie de Boscovich par le Prof. B. Petronievics, et d'une introduction par le traducteur anglais, M. J. M. Child.

LAFON (Ch.) : *Etude sur le ballon captif et les aéronefs marins*. 1 vol. in-8° de 208 p. avec 21 fig. et 2 pl. (Prix : 20 fr.). Gauthier-Villars et Cie, Paris, 1922.

Cet ouvrage contient des données nouvelles et des graphiques intéressants sur l'équilibre et la tactique des ballons qui survolent les navires en marche, ainsi que des études sur la résistance à l'avancement éprouvée par certains mobiles, soit dans l'air, soit dans l'eau.

GALBRUN (H.) : *Introduction à la Théorie de la Relativité : Calcul différentiel absolu et Géométrie*. 1 vol. in-8° de X-458 p. avec fig. (Prix : 60 fr.). Gauthier-Villars et Cie, Paris, 1923.

Après une étude complète des méthodes du Calcul différentiel absolu, l'auteur expose la théorie du déplacement parallèle d'un vecteur, selon Levi-Civita et selon Weyl. Puis il analyse les difficultés de la théorie électromagnétique classique et la solution que leur donne la théorie de la relativité restreinte.

2° Sciences physiques

RICHARDSON (L. F.) : *Forms whereon to write the numerical calculations described in « Weather prediction by numerical process »*. 1 broch. in-4° de 23 pl. (Prix : 2 sh.). Cambridge University Press, Londres, 1922.

Série de tableaux pour aider aux calculs numériques décrits dans l'ouvrage de l'auteur sur la prévision du temps.

BOUASSE (H.) : *Hydrostatique. Manomètres, baromètres, pompes. Equilibre des corps flottants*. 1 vol. gr. in-8° de XXIV-480 p. avec 326 fig. de la *Bibliothèque scientifique de l'Ingénieur et du Physicien* (Prix : 30 fr.). Librairie Delagrave, Paris, 1923.

Cet ouvrage, qui débute par une préface sur l'esprit scolaire, traite de la statique des liquides et des gaz et de ses principales applications.

DE BROGLIE (Maur.) : *Les Rayons X*. 1 vol. in-8° de 164 p. avec fig. et 5 pl. du *Recueil des Conférences-rapports de documentation sur la Physique* (Prix cart. : 15 fr.). Les Presses universitaires de France, 49, Bould Saint-Michel, Paris, 1922.

L'auteur traite des questions suivantes : 1. Théorie de Bohr. 2-3. Diffusion et absorption des rayons X par la matière. 4. Spectres de rayons X. 5. Spectrographes et spectromètres et sources de rayons X. 6. Rayons β et rayons γ.

Het Natuurkundig Laboratorium der Rijksuniversiteit te Leiden in de Jaren 1904-1922. 1 vol. in-8° de 460 p. avec pl. et fig. Ed. Ijdo, Leyde, 1922.

Ce volume renferme une série de travaux effectués au Laboratoire cryogène de l'Université de Leyde et rassemblés à l'occasion du jubilé universitaire du directeur, le Prof. H. Kammerling Onnes.

Société chimique de France. Conférences (années 1920-1921). 1 vol. in-8° de 304 p. avec fig. (Prix : 25 fr.). Masson et Cie, Paris, 1922.

Contient des conférences de MM. Pascal, A. Pictet, G. Claude, G. Mignonac, V. Auger, A. Lassieur, Sœrensen, Landrieu, Javillier et Lepape.

3° Sciences naturelles

BEDOT (M.) : *Les Musées. Leur utilité et leurs défauts*. 1 broch. de 13 p. Georg, Genève, 1922.

L'auteur rappelle les deux rôles fondamentaux des musées : servir à l'instruction générale et à la recherche scientifique.

LATHOUWERS (M. V.) : *Recherches expérimentales sur l'hérédité chez* Campanula medium *L.* 1 broch. in-4° de 34 p. avec 3 pl. dont 2 en couleurs. M. Lamertin, Bruxelles, 1922.

L'auteur a reconnu l'intervention de 4 facteurs génétiques dans les diverses colorations du *Campanula medium* ; il a obtenu d'autre part une mutation de cette espèce, sous forme de plante à grande fleur unique, terminale.

CABRERA (A.) : *Manual de Mastozoologia*. 1 vol. in-16 de 440 p. avec 176 fig. et pl. en noir et en couleurs (Prix cart. : 7 pes.). Calpe, Madrid et Barcelone, 1922.

Petit ouvrage d'initiation à l'étude des Mammifères, renfermant des chapitres sur leur anatomie, leur genre de vie, leur distribution géographique, leur systématique, leur paléontologie, leur utilité, leurs gîtes, etc.

FEYTAUD (J.) : *Le Doryphore, Chrysomèle nuisible à la pomme de terre*. 1 broch. in-8° de 48 p. avec 13 fig. et 1 pl. en couleurs (n° spécial de la *Revue de Zoologie agricole et appliquée*). Institut de Zoologie, Bordeaux, 1922.

Etude sur un nouvel insecte ravageur, venant d'Amérique et qui vient d'apparaître en Gironde où il a déjà commis d'importants dégâts.

FOREL (Aug.) : *Le Monde social des Fourmis*. Tome II. *Sensations, Physiologie, Fourmis et plantes, Hôtes, parasites, Nids*. 1 vol. in-8° de 184 p. avec 38 fig., 1 pl. en couleurs et 3 pl. en noir. Librairie Kundig, Genève, 1922.

Après avoir étudié dans le tome I l'anatomie des fourmis, l'auteur décrit ici leur physiologie, puis leurs relations avec certaines plantes et certains animaux, et enfin leurs habitations.

VALOIS (H. V.) : *Les transformations de la musculature de l'épisome chez les Vertébrés*. 1 vol. in-8° de 538 p. avec 42 fig. (Fasc. XIII des *Archives de Morphologie générale et expérimentale*) (Prix : 40 fr.). G. Doin, Paris, 1922.

L'auteur, s'appuyant sur la dissection de nombreuses espèces appartenant à toutes les classes de Vertébrés, a essayé d'établir la disposition exacte des muscles de l'épisome pour rechercher les causes fonctionnelles qui ont déterminé leurs transformations successives.

DAKIN (H. D.) : *Oxidations and reductions in the animal body*. 2e éd. 1 vol. in-8° de IX-176 p. de la collection « *Monographs on Biochemistry* » (Prix cart. : 6 sh.). Longmans, Green and Co., Londres, 1922.

Etude des principaux phénomènes d'oxydation et de réduction qui ont lieu dans l'organisme animal, classés d'après la nature chimique des substances sur lesquelles ils portent : acides, amino-acides, hydrates de carbone, dérivés de la purine, etc.

4° Sciences médicales

CALMETTE (A.) : *L'infection bacillaire et la tuberculose chez l'homme et chez les animaux*. 2e éd. 1 vol. in-8° de 644 p. avec 31 fig. et 25 pl. en couleurs (Prix : 50 fr.). Masson et Cie, Paris, 1922.

Cet ouvrage se divise en 4 parties : 1° L'infection bacillaire et les processus tuberculeux ; 2° Tuberculose expérimentale et infection tuberculeuse chez les animaux ; 3° Processus de défense et diagnostic de l'infection tuberculeuse ; 4° Immunité naturelle et processus d'immunisation contre l'infection tuberculeuse.

BRUMPT (E.) : *Précis de Parasitologie*. 3e éd. 1 vol. in-12 de 1.216 p. avec 736 fig. et 5 pl. de la *Collection de Précis médicaux* (Prix : 44 fr.). Masson et Cie, Paris, 1922.

Après des généralités sur les parasites, leurs rapports avec leurs hôtes, leurs adaptations et les maladies parasitaires, l'auteur traite en deux parties les animaux et les végétaux parasites (à l'exclusion des bactéries) et les maladies (zooses et mycoses) qu'ils déterminent. Ce précis, très complet, s'adresse non seulement aux étudiants, mais aux médecins qui exercent dans les pays exotiques.

FREUD (S.) : *La psychopathologie de la vie quotidienne. Application de la psychanalyse à l'interprétation des actes de la vie courante*. Traduit de l'allemand par S. Jankélévitch. 1 vol. in-8° de 321 p. (Prix : 14 fr.). Payot et Cie, Paris, 1922.

Cet ouvrage, qui est la suite logique de l'*Introduction à la Psychanalyse*, vérifie l'exactitude des déductions contenues dans ce dernier sur une foule de faits, en apparence banals, dont se compose notre vie de tous les jours.

DUVAL (R.) et **LACASSAGNE** (Ant.) : *Classification pratique des cancers dérivés des épithéliums cutanés et cutanéo-muqueux*. 1 vol. in-8° de 32 p. avec 16 pl. (Fasc. IV des *Arch. franç. de Pathologie génér. et expérim. et d'Anatomie patholog.*) (Prix : 6 fr.). G. Doin, Paris, 1922.

Les auteurs se sont efforcés, dans ce travail, de donner, d'une part à l'anatomopathologiste qui doit examiner au microscope une biopsie de cancer un plan pour la détermination de la tumeur et pour la rédaction de son compte rendu, d'autre part au clinicien auquel s'adresse cet examen une définition précise et la valeur des termes employés.

GAUDUCHEAU (A.) : *L'Hygiène positive*. 1 broch. in-8° de 64 p. avec 1 pl. Les Presses universitaires de France, 49, Bould St-Michel, Paris, 1922.

L'objet de cette étude est de montrer les grandes possibilités de l'hygiène, en particulier dans la lutte contre les maladies vénériennes.

5° Sciences diverses

RATHENAU (Walther) : *Où va le Monde ? Considérations philosophiques sur l'organisation sociale de demain*. Traduction française et avant-propos de S. Jankélévitch. 1 vol. in-8° de 375 p. (Prix : 9 fr.). Payot et Cie, Paris, 1922.

L'auteur, après avoir relevé les maux dont nous souffrons, indique les moyens d'y remédier, ces moyens consistant dans une utilisation rationnelle du monde de production capitaliste, dans une substitution de l'ordre et de l'organisation au désordre, au gaspillage des forces et des richesses.

SOMMAIRES DES JOURNAUX SCIENTIFIQUES

1° Périodiques généraux

Proceedings of the Cambridge Philosophical Society (Cambridge), t. XXI, part. III (14 nov.). KAPITZA : Note sur les trajectoires courbes des particules β — LAMB : Ondes de type permanent sur l'interface de deux liquides. — WILSON : Une relation asymptotique entre les sommes arithmétiques $\sum_{n \leq x} \sigma^r(n)$ et $x^r \; n \leq x \sum \sigma - r(n)$. — JAMES : Sur la représentation analyt. des congruences de coniques. — MORDELL : Sur les solutions rationnelles des équations indéterminées des degrés 3 et 4. — MAC MAHON : Permutations de réseaux premiers. — ID. : La théorie des partitions modulaires. — LITTLEWOOD : Sur une équation intégrale. — WHITE : La génération projective de courbes et de surfaces dans l'espace à 4 dimensions. — COSENS : Un diagramme d'alignement pour les problèmes thermodynam. — APPLETON : La synchronisation automat. des oscillateurs triodes. — TELLING : Sur la théorie géométr. des quadriques apolaires. — DARWIN et FOWLER : Fonctions de partition pour la radiation de température et l'énergie interne d'un solide crist. — CHADWICK et ELLIS : La distrib. d'intensité dans les spectres de rayons β des radiums B et C. — GREAVES : Sur un syst. d'équations différentielles qui apparaissent dans la théorie des anneaux de Saturne.

Journal of the Washington Academy of Sciences (Easton, Pa.), t. XII, n° 18 (4 nov.). ADAMS : Changements de température. accompagnant la dilatation isentropique, isénergique et isenkaumique. — COBLENTZ : Quelques observ. sur la transform. de l'énergie radiante thermique en courant électr. dans la molybdénite. — ZAHN : Dispositif pour enregistrer un contact électr., utilisant un générateur à tube électronique et une étincelle de radio-fréquence. — COBB : Nouv. esp. de *Nygolaimus*, genre de Dorylaimidée.

Journal of the Franklin Institute (Philadelphie), t. CXCIV, n° 5 (Nov.). DAY : Causes possibles de l'activité volcanique du Pic Lassen. — WILSEY : Rayons X diffusés dans la photographie par les rayons X. — WORTHING : La théorie des corrections dues aux pertes terminales et son applic. aux filaments de Tu chauffés électriquem. dans le vide. — FIELDNER et JONES : Echantillonnage et analyse des gaz d'échappement des automobiles. — HARKINS : La stabilité des noyaux d'atomes, la sépar. des isotopes et la règle du nombre entier (*suite*).

Philosophical Magazine and Journal of Science (Londres), n° du 1er nov. 1922. SHEARER : L'émission des électrons par les rayons X. — SAXTON : Ionisation de choc par les ions H positifs à faible vitesse dans l'hydrogène. — DARWIN : Sur la partition de l'énergie. II. Principes statistiques et Thermodynamique. — VAN VLECK : L'atome d'He normal et ses rapports avec la théorie des quanta. — TOMLINSON : Emploi d'une soupape triode pour enregistrer les contacts électr. — MILNE : L'équilibre de radiation ; l'insolation d'une atmosphère. — BRADFORD : Théorie moléculaire des solutions. II. — MALLET : Défaut de la loi de réciprocité en Photographie. — ROBERTS, SMITH et RICHARDSON : Dispersion rotatoire magnét. de certaines solutions paramagnét. — EDRIDGE-GREEN : Théories de la vision colorée en rapport avec la cécité des couleurs. — DAVIS : Refroidissement convectif naturel chez les fluides. — ID. : Le pouvoir réfrigérant d'un filet de fluide visqueux. — NEWMANN : Une lampe à arc à vapeur de Na-K. — MANLEY : La protection des poids en cuivre. — ROWELL : Analyse des vibrations amorties. — LIDSTONE : L'effet d'une hauteur variable dans les détermin. de viscosité. — SILBERSTEIN et TRIVELLI : Théorie de quantum de l'exposition photograph. — THOMAS : La décharge de l'air par de petits orifices et l'entraînement de l'air par le jet sortant. — PARTINGTON : Les constantes chim. de quelques gaz diatom. — SKINKER : Le mouvem. des électrons dans CO. — BOND : Une lentille à grand angle pour l'enregistrement des nuages. — GOUCHER et WARD : L'épaisseur des pellicules liquides formées sur des surfaces solides dans des conditions dynamiques. — TIMOSHENKO : Sur la distrib. des tensions dans un anneau circulaire comprimé par deux forces agissant selon un diamètre. — PORTER : Sur une équation d'état révisée. — KARAPETOFF : Equations générales d'un pont à courant alternatif équilibré. — TOWNSEND et BAILEY : Le mouvement des électrons dans Ar et H. — MILNER : Un électron accéléré doit-il nécessairement rayonner de l'énergie selon la théorie classique ? — PRESS : Modèle simple pour illustrer l'hystérèse élastique.

The South African Journal of Science (Johannesburg), t. XVIII, n°s 3-4 (Juin). ALEXANDER : L'asphalte et la construction des routes. — MORRIS : Purification des eaux d'égout par le proc. de la boue activée. — MARCHAND : Analyse mécanique du sol contenant des minéraux lourds. — KLOOT : Le lait condensé dans l'Afrique du Sud, du point de vue du chimiste. — THODAY : Le genre *Passsrina* et sa distrib. dans l'Afrique du Sud. VAN DER BIJL : Quelques champignons de l'air dans les sucreries. — AITKEN : La succession des plantes dans un type de veld à arbres du Natal. — WAGER : Développem. protonemien chez des mousses. — VAN DER BIJL : Contrib. à l'étude des Polyporées de l'Afrique du Sud. — SIM et DIXON : Bryo-

Pour Comprendre EINSTEIN !

PAR

L'Abbé Th. MOREUX

DIRECTEUR DE L'OBSERVATOIRE DE BOURGES

Un exposé CLAIR et sans FORMULES mathématiques des Idées d'Einstein; une critique serrée et impartiale des théories de la relativité ; des vues originales et nouvelles sur l'ESPACE et le TEMPS, en accord avec la Science moderne; telles sont les raisons du succès près du grand public du nouvel ouvrage de l'Abbé MOREUX

Un volume in-16 de 256 pages avec figures dans le texte

SEPT FRANCS

(plus 10 °/o pour frais de port et emballage)

Gaston DOIN, Editeur, 8, place de l'Odéon, Paris-6e

Une nouvelle formule d'étude :

Le film commenté par le livre.
Le livre illustré par le film.

Films Médicaux et Scientifiques

de Pathé Consortium Cinéma

Séries Gaston DOIN

Une collection de livres et de films publiés sous la Direction scientifique d'un Comité médical.

:: :: BOTANIQUE :: ::
:: :: ZOOLOGIE :: ::
:: BACTÉRIOLOGIE ::
:: :: CYTOLOGIE :: ::

:: :: PHYSIOLOGIE :: ::
MÉDECINE OPÉRATOIRE
:: :: NEUROLOGIE :: ::
:: CULTURE PHYSIQUE ::

PATHÉ CONSORTIUM CINÉMA
Service de l'Enseignement
67, Rue du Faubourg Saint-Martin
PARIS 10e

LIBRAIRIE OCTAVE DOIN
GASTON DOIN, Éditeur
:: :: 8, Place de l'Odéon :: ::
PARIS 6e

PRÉPARATIONS COLLOÏDALES

(Métaux Colloïdaux électriques à petits grains.
Colloïdes électriques et chimiques de métalloïdes ou de dérivés métalliques)

Electrargol	(Argent)	**Electroplatinol** . . .	(Platine)
Electromartiol. . . .	(Fer)	**Electrorhodiol** . . .	(Rhodium)
Electraurol	(Or)	**Electriridiol**.	(Iridium)
Electr-Hg	(Mercure)	**Electropalladiol** . .	(Palladium)
Electrocuprol . . .	(Oxyde de cuivre)	**Thiarsol**.	(Sulfure d'arsenic)
Electrosélénium. . .	(Sélénium)	**Collothiol**	(Soufre)

Obtenues par la méthode chimique ou par la méthode physique (électrique), les solutions colloïdales sont constituées par la suspension en milieu liquide d'une infinité de grains ultramicroscopiques, animés du mouvement brownien et présentant une charge électrique de signe défini. Grâce à la grande surface de ces grains, les colloïdes présentent un énergique pouvoir catalytique et fermentaire.

Les colloïdes possèdent d'importantes propriétés biologiques, bien étudiées depuis que l'on sait le rôle des colloïdes naturels dans la physiologie normale. Injectés à l'homme ou aux animaux, ils augmentent les oxydations et les échanges nutritifs, ils stimulent la défense contre les toxines et les fonctions d'élimination, ils provoquent un mouvement leucocytaire très marqué.

Les colloïdes sont d'un usage thérapeutique courant : les métaux (type : Electrargol) sont des médicaments antiinfectieux de premier ordre (toutes maladies infectieuses) ; on emploie certains colloïdes comme spécifiques (Electr-Hg — Electrosélénium — Electrocuprol — Electromartiol — Collothiol)

Les Laboratoires Clin préparent tous les colloïdes qu'il est possible d'obtenir dans l'état actuel de la science.

Pour l'expérimentation thérapeutique ou les usages de laboratoire, les Laboratoires Clin délivrent des préparations colloïdales pures, à constantes physiques définies.

Laboratoires CLIN, 20, rue des Fossés-Saint-Jacques, PARIS

Touristes!!! dans vos excursions emportez le VÉRASCOPE RICHARD

BREVETÉ S. G. D. G.

Quel que soit le temps, vous ferez d'admirables photographies

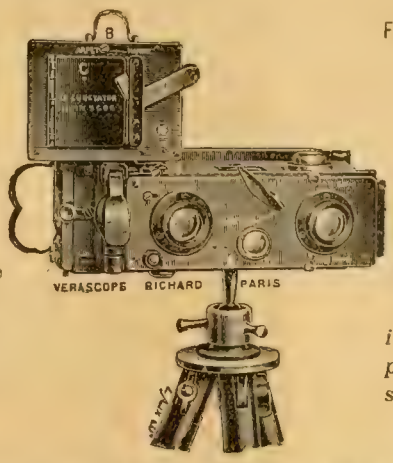
10, RUE HALÉVY (Opéra)

Le Vérascope est

ROBUSTE
PRÉCIS
PARFAIT
ÉLÉGANT

Les explorateurs, les coloniaux, le missionnaires, les alpinistes, les touristes, les amateurs proclament hautement que le Vérascope est la

Merveille photographique



FORME CORRECTE
GRANDEUR EXACTE
PERSPECTIVE JUSTE
COULEUR VRAIE

Nouveauté!

MAGASIN POUR PELLICULES EN BOBINES

Breveté S. G. D. G.

interchangeable avec le magasin pour plaques et se chargeant instantanément en plein jour.

Pour les débutants le GLYPHOSCOPE

pour plaques 45 × 107 a les qualités fondamentales du **Vérascope**

Demander les Notices illustrées, envoyées franco : 25, RUE MÉLINGUE, PARIS

Exposition et vente de dispositifs vérascopiques : 7, rue Lafayette (près l'Opéra)

Ancienne Maison Ch. VERDIN, ✻, ✪, ✠

G. BOULITTE, Succr

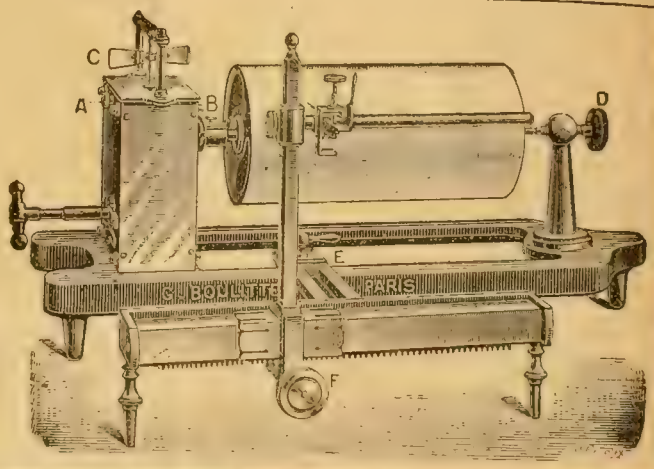
Ingénieur-Constructeur à PARIS

15 à 21, rue Bobillot, PARIS (13e)

(anciennement 7, rue Linné)

Appareils de précision pour la PHYSIOLOGIE et la MÉDECINE

ENREGISTREURS, MOTEURS ÉLECTRIQUES A VITESSE CONSTANTE, CHRONOGRAPHES, CHRONOSCOPES, SIGNAUX ÉLECTROMAGNÉTIQUES DE M. DEPREZ, ÉLECTRODIAPASONS, MANOMÈTRES, DYNAMOMÈTRES, SPHYGMOGRAPHES, ETC.



phytes du Sud de la Rhodesia. — Potts : Pouvoir du pollen de Poivrier de provoquer le rhume des foins. — Forbes : La flore de l'Isipingo. — Warren : Un hybride interspécif. et un croisement avec retour en arrière chez la Digitale. — Fantham et Taylor : Quelques protozoaires trouvés dans certains sols sud-africains. I. — Fitz Simons : Oiseaux sauvages et bilharziase. — Cawston : L'infestation expérim. de serpents d'eau douce, en particulier avec la *Bilharzia*. — Sandground : Cycle évolutif et méth. de contrôle du nématode de la galle des racines *Heterodera radicicola* dans l'Afrique du Sud. — Tooke : Les natifs et l'agriculture. — Dornan : Les corps célestes dans la mythologie sud-africaine. — Norton : Les chants des chefs Sesuto. — Hewitt : Quelques objets et ornements des Strandlooper Sites dans la province de l'Est.

Archivos de la Associacion peruana para el progreso de la Ciencia (Lima), t. I, n° 2. Portocarrero : Volume de matière arrachée au continent par les cours d'eau de la côte péruvienne (*fin*). — Weberbauer et Maldonado : Contrib. à l'étude des grains employés pour préparer la *chicha milagrosa*. — Weberbauer : Les zones de pluie et de végétation dans le départ. de Piura et la prov. de Jaen. — A. et E. Maldonado : Contrib. à l'étude des prod. végétaux qui se rencontrent dans les « restes de cuisine » de Tambo Inga. — Tello : Etudes anthropolog. dans le départ. de Ancasch. — Monge : Un cas de giardiase (*Lamblia*) intestinale. — Bravo : Note sur la hubnerite de Pallasca. — Zevallos : Sur la genèse des gisements de fer de Marcona.

The Philippine Journal of Science (Manille), t. XXI, n° 2 (Août). Sydow : Les champignons d'Amboine recueillis par C. B. Robinson. — Werner : Mantides philippins. — Taylor : Additions à la faune herpétolog. des Philippines. I. — Shaw : Le *Copelandosphaera*, nouv. genre de Volvocacée. — N° 3 (Sept.). Gomez, Bana et Nicolas : Lésions précoces, développem. et fréquence de la lèpre chez les enfants de lépreux. — Taylor : *Id.* II. — Abriol : Corrélation de la mortalité par certaines maladies avec certains facteurs économ. et de logement aux Philippines. — Weld : Notes sur les Lioptérinées, avec descript. de nouv. espèces.

2° Astronomie et Météorologie

The Observatory (Londres), t. XLV, n° 582 (Nov.). Jackson : Les premières estimations de distances stellaires, en particulier les parallaxes hypothétiques et l'œuvre de W. Struve.

3° Art de l'Ingénieur

Bulletin officiel de la Direction des Recherches scientifiques et industrielles et des Inventions, n° 36 (octobre). Leblanc : Sur l'emploi de l'air comme agent frigorifique. — Bertrand :

Influence du durcissement des mortiers de chaux et de ciment à la vapeur d'eau sous pression sur la résistance mécanique de ces mortiers. — RABAUD : La valeur physique comparée des premiers nés et des puinés. — LAPICQUE et LEGENDRE : Sur le rendement culinaire du gaz comparé à la houille.

Bulletin de la Société d'Encouragement pour l'Industrie nationale, t. CXXIV, n° 8 (Août-Oct.). APPERT : Les progrès de l'industrie du verre. — MEUNIER : L'alcool éthyl. de cellulose. — L'organisation de la documentation technique et industr. en France. — APPELL : L'organisation des économies de combustible en Allemagne. — MAHLER : L'organisation des économies de combustible dans l'industrie. — L'outillage pneumatique des Forges et Ateliers de Meudon. — PASSELÈGUE : Le matériel agricole à la Foire de Paris en 1922.

Journal of the Royal Society of Arts (Londres), t. LXXI, n° 3653 (24 nov.). LORD ASKWITH : La valeur des lock-outs et des grèves.

Revue universelle des Mines, de la Métallurgie, des Travaux publics (Liége), 6e sér., t. XV, n° 3 (15 novembre). RATEAU : Les plus grandes vitesses possibles en aviation. Emploi du turbo-compresseur. — LACABE-PLASTEIG : Note sur l'emploi des proc. récents pour l'électrification des voies ferrées. — DROUET : Fonçage des puits nos 7 et 7 bis de la Soc. houillère de Liévin par un procédé de creusement et de revêtement simultanés. — COUSIN : Nouv. méth. pour les arrêts prolongés des hauts fourneaux sans mise hors. — N° 15 (1er déc.). FICHOUX : La technique moderne de la carbonisation des bois. — DELADRIÈRE : Le contrôle de la combustion. — GILARD : Considér. thermiques intéressant la concentr. de l'ac. sulfurique. — LAMALLE : Le « dispatching system » par téléphone sur les chem. de fer de l'Etat belge.

Revue de Métallurgie, t. XIX, n° 11 (Nov.). CLAUSEL DE COUSSERGUES : Infl. de la température. dans la fabric. de l'acier. — ARNOULD DE GREY : Les expér. sur les poussières de houille et la combustion du charbon pulvérisé. — DESSEMOND : L'utilisation des combustibles dans les gazogènes à fusion de cendres soufflés au vent chaud. — PIGEOT et BLACHE : L'utilisation des combustibles de faible valeur aux houillères de Montrambert et de la Béraudière. — DUPUY : Sur les propriétés mécaniques des produits réfractaires aux temp. élevées. — SCHNEIDER : Essais comparatifs de dureté à chaud sur divers aciers à outils. — LOSKIEWICZ : Une étude sur le temps d'attaque aux réactifs micrograph. des alliages fer-carbone. — GUILLET : Les alliages légers. Leurs récents progrès.

4° Sciences physiques

Le Journal de Physique et le Radium, sér. VI, t. III, n° 9 (Oct.). REBOUL : Nouv. rayonnement de courte longueur d'onde. — L. BRILLOUIN : Infl. de l'agitation therm. sur la viscosité des liquides ; propagation d'ondes élastiques dans un milieu en mouvement. — BENSAUDE et COSTANZO : Le quartz noir de la mine radifère de Viaris (Portugal).

The Physical Review (Lancaster et Ithaca), t. XX, n° 4 (Oct.). COMPTON : La théorie de l'ionisation par action cumulative et l'arc à faible voltage. — DAVISSON et GERMER : La fonction de travail thermoionique du tungstène. — MACKENZIE : La sensibilité relative de l'oreille à différents niveaux d'intensité. — ASTER : Les propriétés opt. des métaux fondus. — FARNSWORTH : Le bombardement des surfaces métall. par des électrons lents. — GAEHR : La chaleur spécif. du Tu. — N° 5 (Nov.). LOEB : Les mobilités des électrons dans l'H. — JAUNCEY : La diffusion des rayons X par les cristaux. — ID : L'effet de la température sur la diffusion des rayons X par les cristaux. — MC LEEHAN : La structure crist. des alliages Ag-Pd et Ag-Au. — BROMBACHER : Pour déceler l'efficacité de l'amplificateur à résistance-capacité couplé jusqu'à 6.000 m. — KIMURA et ISAWA : La force thermoélectromotrice des alliages Cu-Mn. — BHARGAVA et GHOSH : Note sur les tuyaux sursoufflés. — ELDRIDGE : Les pertes d'énergie accompagnant l'ionisation et la résonance dans la vapeur de Hg. — BROXON : La conduction électr. à travers de petites coupures à air. — COLLINS : Effet de certaines subst. dissoutes sur l'absorption infrarouge de l'eau. — BLACKWOOD : L'existence d'ions à hautes mobilités.

Anales de la Sociedad española de Física y Química (Madrid), t. XX, n° 195 (Juillet). ESFALELLA : Une anomalie dans la déterm. de l'acidité volatile des vins. — ID. : Applic. analyt. de la réact. entre sulfites et aldéhydes. — OSTWALD et DE IZAGUIRRE : Sur une théorie généralisée de l'adsorption des solutions.

Recueil des Travaux chimiques des Pays-Bas, t. XLI, n° 11 (15 novembre). KOLTHOFF : La réaction entre l'hypochlorite et KI. — LIFSCHITZ : Sur quelques complexes de métaux lourds optiquement actifs. — OLIVIER et BERGER : Sur l'action catalytique des ions H dans la saponification des éthers-sels. — OLIVIER : L'influence de quelques substituants dans le noyau benzénique sur la mobilité du chlore de la chaîne latérale, dans ses rapports avec le problème de la substitution dans le noyau benzénique (*suite*). — COFFEY : Note sur la synthèse au moyen des halogénures d'allylmagnésium. — BRUINING : La formation des cétazines, phénylhydrazones et semicarbazones d'acétophénones substituées dans le noyau benzénique. — VAN PESKI : Sur le phénylnitro-acétamide. — BEYER : L'iodu-ration de l'acide méta-oxybenzoïque. — MONTAGNE : De l'action d'une solution de KOH sur les cétones. VII : Action sur la paraoxy- et la para-éthoxybenzophénone et sur leurs dérivés méta-bromés. — BÖESEKEN, SCHAEFFER et HERMANS : Note sur les produits de condensation cycliques de l'acétone avec les diols-1,3. — VAN DER LAAN : La détermination de la teneur en graisse de beurre dans les mélanges de graisses. — KOLTHOFF : La titration de l'hypochlorite.

The Journal of the American chemical Society (Easton), t. XLIV, n° 5 (Nov.). WENDT, LANDAUER et EWING : L'activation du Cl. — HENDRIXSON et VERBECK : L'étalonnage électrométr. des sol. titaneuses. — MULLIKEN : La séparation des isotopes par distillation et les proc. analogues. — KARRER et WULF : Prépar. d'ozone pur et détermin. de son poids molécul. — ID., ID. et DANIELS : L'oxyd. de N^2O^4 par l'ozone. — ID., ID. et ID. : La décompos. de N^2O^5 en prés. d'ozone. — DICKINSON : Les structures crist. du chloroplatinite de K et des chloropalladites de K et d'Am. — PEARCE et HART : L'énergie libre de dilution des sol. alcool. de LiCl et l'effet du solvant sur l'activité des ions. — FAIRBROTHER : La décompos. spontanée du chlorate d'Am. — KRAUS et PARKER : La calibration des piles pour les mesures de conductance. — ID. et ID. : La conductance des sol. aq. d'ac. iodique et la valeur limite de la conductance équival. de l'ion H. — TAYLOR et SMITH : Les pressions de vapeur, densités et autres quantités dérivées pour l'éther à basse température. — KRAUS et KURTZ : La conductance des sol. de sels dans le phénol à 50°. — KRAUS et DEXTER : Colonne perfect. pour la product. d'eau pure. — MAAS et HATCHER : Les propriétés de H^2O^2 pur. III. — CONANT et FIESER : Variations d'énergie libre et totale dans la réduction des quinones. — MULLER : Nouv. méth. pour la détermin. gravimétr. du germanium. — BARDWELL : L'H considéré comme halogène dans les hydrures métall. — WILLARD et FENWICK : Syst. d'électrodes bimétall. dans l'analyse électrométr. I-II. — CONANT et COYNE : Réact. d'addition des halogénures de P. V. Formation d'un ac. phosphonique non sat. — KOHLER, GRAUSTEIN et MERRILL : Quelques nitriles δ-cétoniques et leur relation avec les comp. cycliques. — LOCHTE, NOYES et BAILEY : Di-isopropylhydrazine symétr. et ses dér. II. — GINNINGS et NOYES : Rech. sur le bromonitrocamphane. — VŒGTLIN et JOHNSON : Prépar. de la sulfarsphénamine. — MACALLUM : Examen de la néoarsphénamine. II. — HILL et FISHER : Une synthèse du chlorure de β-chloroallyle. — DAVIS et UNDERWOOD : Le désarrangement de l'urée. — WHEELER et GILES : Etudes sur le *p*-cymène. IV. — BOGERT et RUDERMAN : Quelques réact. de condensation avec l'hydrol de Mischler. — GILMAN et HOYLE : Nouv. méth. pour l'introduct. d'un groupe éthyl. — JACOBS et HEIDELBERGER : Certains colorants du triphénylméthane. — KRAUS et GREER : Prépar. et propriétés du triméthylstannane. — WILSON et KERN : Les deux formes de la gélatine et leur point isoélectr. — DAINS, BREWSTER, BLAIR et THOMPSON : Les thiourées substit. III. — HUFF et LEITCH : Détermin. des nitrates aliphat. en prés. de certains comp. nitro-aromat. — MARVEL et TANENBAUM : Prépar. des dér. 1,4-dihalogénés du butane. — CONANT et CUTLER : Hydrogén. catalyt. et potentiel de l'électrode d'H. — EKELEY et ROGERS : Act. de l'anhydride acétique sur les ac. furfurilydène-anthraniliques.

5° Sciences naturelles

Comptes rendus hebdomadaires de la Société de Biologie, t. LXXXVII, n° 33 (11 novembre). VALTIS : Pouvoir antigène des bacilles paratuberculeux dans la réaction de fixation de la tuberculose. — BETTENCOURT et BORGES : Le *Planorbis metidjensis*, hôte intermédiaire du *Schistosoma hæmatobium* au Portugal. Confirmation expérimentale. — FONSECA : Influence de quelques sels minéraux sur l'action amylolytique de la pancréatine. — DE MELLO : Sur la cytologie d'un *Eutrichomastix* de l'intestin de *Calotes versicolor* Daudin (subspecies *major* Blyth). — BACHMANN et DE LA BARRERA : Vaccin antidiphtérique. — ID. et BIGLIERI : Variole et vaccins. — BERGMANN : Les modifications de la pression artérielle, le pouls et la formule leucocytaire pendant l'exercice musculaire chez les sujets normaux ou cardiaques. — HOUSSAY et MARCONI : Nouv. exp. sur le rôle de l'adrénaline dans l'hypertension produite en excitant le nerf splanchnique. — HOWARD : Phagocytose, lyse et perte de l'acido-résistance du Bacille de Koch en présence des leucocytes de cheval immunisé. — PACELLA : Sur la curarisation du *Leptodactylus ocellatus*. — SORDELLI : Sérum antigangréneux. — WERNICKE : Electrodialyse du sérum antidiphtérique de cheval. — WIDAKOWICH : Développem. des membranes ovulaires, sans ébauche embryonnaire, chez des trijumeaux de vache. — BREMER : La strychnine et les phénomènes d'inhibition. — EFFRONT : Sur l'absorption de la pepsine par les papiers à filtrer. — ID. : Sur la teneur en azote de la pepsine. — HEYMANS : Action de l'arécoline sur les sinus-oreillettes et le ventricule du cœur de la grenouille. — N° 34 (18 novembre). BRU : Sérums antisurrénaux corticaux et antisurrénaux médullaires. — CLERC et PEZZI : Le mécanisme de l'accélération cardiaque par la quinine et les autres alcaloïdes dérivés du quinquina. — COULAUD : Infl. de l'irradiation du corps thyroïde sur les surrénales du lapin. — DEBUCQUET : Lithiase parotidienne chez l'homme. Examen chimique qualitatif d'un calcul évacué spontanément par le canal de Stenon. — FAURE : Note sur une anomalie de structure de la veine coronaire chez l'homme. — GÉRARD et MOISSONNIER : Méthode de dosage de l'urotropine. Recherche sur sa décomposition dans le sang *in vitro*. — HAUDUROY : Influence du chauffage sur le bactériophage de d'Hérelle. — LAUNOY et MENGUY : Documents numériques sur les adrénalines droite, gauche et sur l'adrénalone. — LŒPER et MARCHAL : La constance de la leucogénèse intragastrique après ingestion de bouillon. — ID. et ID. : Le rôle de la leucogénèse intragastrique dans la digestion des albumines. — REGAUD et LACASSAGNE : A propos des mastocytes des épithéliomas. Importance de la fixation pour la coloration des granulations des

mastocytes. — VERNE : Les granulations chromaffines des glandes salivaires postérieures des Céphalopodes. — WOLFF et JANZEN : Action de divers antiseptiques sur le bactériophage de d'Hérelle. — CREYX et VINZENT : Fréquence comparative et déterminisme du signe du son de Pitres dans divers épanchements de la plèvre et diverses modifications du parenchyme pulmonaire, réalisés expérimentalement. — DELAUNAY : L'augmentation de l'activité autoprotéolytique et aminoacidogène du foie pendant le jeûne ; ses rapports avec l'origine endogène des amino-acides du sang. — DOUMER : Action du NaCl sur la solubilité du glycocholate de soude. — DESOIL et DELHAYE : Contrib. à la pathogénie des myases intestinales par l'étude de la résistance des œufs et larves de Calliphorées aux agents physiques et chimiques intervenant dans le tube digestif.

Bulletin de l'Institut océanographique, n° 414 (30 juin). LADREYT : Unicité évolutive et pluralité étiologique des tumeurs cancéreuses chez quelques animaux marins (roussettes, raies, tortues, siponcles). Faits et théories. — N°s 415-416-417 (20 juillet). TOPSENT : Les mégasclères polytylotes des Monaxonides et la parenté des Latrunculiines. — Sur « *Stelletta crassipicula* » Sollas et son synonyme « *Stelletta crassiclada* » Lendenfeld. « *Velinea gracilis* » Vosmaer et ses affinités. — N° 418 (31 août). MIKHAÏLOFF : Expériences réflexologiques. IV. Expériences nouvelles sur *Pagurus striatus*. — N° 420 (26 octobre). Discours prononcés aux obsèques de S. A. S. Albert Ier, Prince de Monaco.

Boletin de la Real Sociedad española de Historia natural (Madrid), t. XXII, n° 6-7 (Juin-Juillet). DEL PAN : Nouv. gisement de magnétite dans la prov. de Tolède. — GANDOLFI-HORNYOLD : Détermin. de l'âge de quelques anguilles des étangs de Jeresa (Valence). — GONZALEZ FRAGOSO : Champignons vivant sur les Muscinées de la flore espagnole. — SADI DE BUEN : Observ. sur la biologie de l'*Anopheles claviger* à Talayuela (Caceres). — GARCIA MERCET : Encyrtidés de l'Europe centrale nouv. ou peu connus. — JIMENEZ DE CISNEROS : Note sur quelques fossiles tithoniques de la Sierra de Mojante (Murcie). — CARANDELL : Contrib. à la pétrographie de la Sierra Morena, Roches d'Adamuz (Cordoue). GIL LLEIGET : Une colombe nouv. du Brésil. — MAYAR : Sur l'apogamie du *Taraxacum vulgare*. — MENOZZI : Contrib. à la faune myrmécolog. de l'Espagne. — N° 8 (Oct.). MAHEU et GILLET : Contrib. à la lichénologie espagnole. — DE LA ESCALERA : Les *Heliotaurus* du Maroc à prothorax rouge. — GARCIA MERCET : Une sous-famille nouv. d'Hyménoptères Chalcidoïdes. — JIMENEZ DE CISNEROS : Sur l'existence de l'*Aturia zic-zac* Sow. à Callosa de Ensaria. — DE LA ESCALERA : Esp. nouv. d'*Arthrodeis* du Maroc. — SANCHEZ Y SANCHEZ : Contrib. à l'étude de l'appareil réticulaire de Golgi dans les cellules végétales.

Biological Bulletin (Woods Hole, Mass.), t. XLIII, n° 1 (Juillet). NEWMAN : Dévelop. normal et subnormal chez le *Patiria miniata*. Un avertissement aux embryologistes de laboratoire. — BREITENBECHER : Mutations somatiques et mosaïque élytrale des *Bruchus*. — PLATH : Notes sur le *Psithyrus*, et observ. de deux nouv. hôtes américains. — HUMPHREY : Les testis multiples chez les Urodèles. — GLASER : L'hydrolyse des graisses supérieures dans la sécrétion des œufs. — N° 2 (Août). SPRINGER : Effets sur les œufs en voie de développem. des extraits d'embryons de la même espèce. — DANCHAKOFF et SEIDLEIN : Activité digestive du mésenchyme et de ses dérivés. — SUMNER, MC DANIEL et HUESTIS : Étude de l'infl. qui peut affecter le rapport des sexes chez la souris *Peromyscus*.

Publication du Bureau géologique (Athènes), n° 7. PERTESSIS : Les eaux potables de la ville de Métellin.

6° Sciences médicales

Bulletin de l'Académie de Médecine, t. LXXXVIII, n° 37 (14 novembre). BAR : Tuberculose et grossesse. — LOIR et LEGANGNEUX : Utilité de la vaccination contre la fièvre typhoïde. — MARTIAL : Note au sujet du premier fondouk-preventorium de la ville de Fez ; étude et réalisation d'hygiène musulmane. — DELAMARE : Hyperostoses lépreuses du tibia et du péroné. — BORDIER : Nombreux épithéliomas roentgéniens guéris par la diathermie.

Bulletin mensuel de l'Office international d'Hygiène publique, t. XIV, n° 10 (Oct.). Les dispositions en vigueur, dans divers pays, concernant la destruction des rats sur les navires. — PESSOA : Le fonctionnement des services de la Santé publique au Brésil. — Le logement ouvrier en France depuis la guerre (*suite*).

7° Géographie et Colonisation

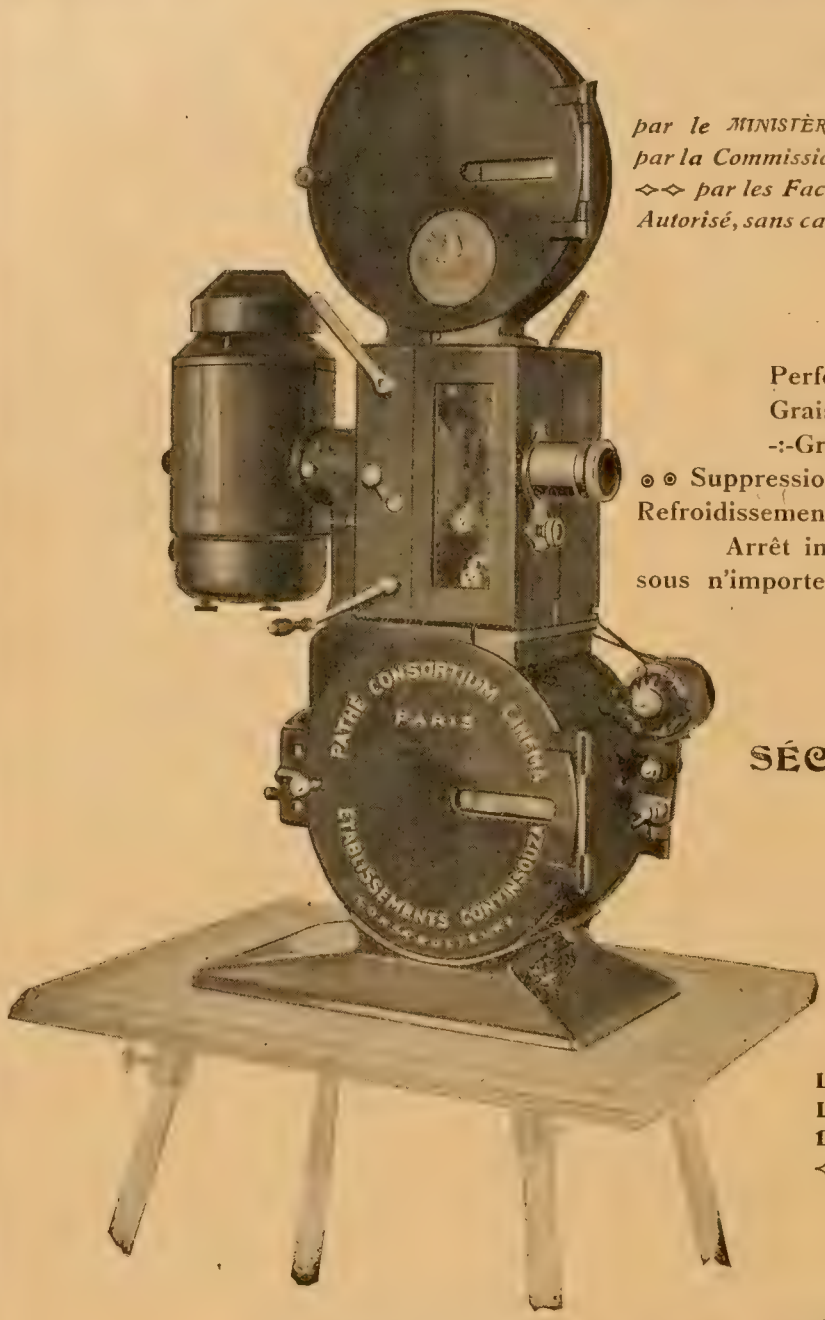
Annales de Géographie, t. XXXI, n° 174 (15 nov). RAMBERT : La cartographie à l'Expos. coloniale de Marseille. — MULLER : Saint-Malo-Saint-Servan, un port charbonnier. — CHEVALIER : La végétation à Madagascar. — HOBBS : Les guirlandes insulaires du Pacifique et la formation des montagnes.

La Géographie, XXXVIII, n° 3 (Sept.-Oct.) ANTONETTI : La Côte d'Ivoire. — ROCHE (de la) : La religion des Ansariés. — BRUNEAU DE LALORIE : Au lac Tchad (1920-1922) (*fin*).

Bulletin de la Société de Géographie du Maroc (Casablanca), t. III, fasc. I (2e trim. 1922). DE SEGONZAC : Tanger. — GOULVEN : Esquisse histor. sur les mellahs de Rabat-Salé. — Notice sur les Beni Alaham. — CÉLÉRIER et CHARTON : De Petitjean à Meknès. — ALBERT : Le transmauritanien. — CLERNOEL : Le régime des pluies au Maroc.

LA PUBLICITÉ
DE LA REVUE GÉNÉRALE DES SCIENCES
Assure un RENDEMENT MAXIMUM
Par la DIFFUSION du JOURNAL
dans les MILIEUX TECHNIQUES
Adressez vos demandes de Renseignements, Tarifs et Propositions
au "Sce de la Publicité" Librairie Octave DOIN, 8, Place de l'Odéon _ Paris, 6e.

Appareil " Mundial Enseignement " Type A. C.



ADOPTÉ

par le MINISTÈRE DE L'INSTRUCTION PUBLIQUE
par la Commission du Cinématographe à l'École
par les Facultés et les grandes Écoles
Autorisé, sans cabine, par la Préfecture de Police

Perfection mécanique
Graissage automatique
-:-Grande luminosité-:-
Suppression totale du scintillement
Refroidissement du film par ventilateur
Arrêt indéfini sur les images
sous n'importe quelle intensité lumineuse

SÉCURITÉ ABSOLUE

CONVIENT POUR

LES GRANDES SALLES
LES AMPHITHÉATRES
DES GRANDES ÉCOLES
ET DES FACULTÉS

PATHÉ CONSORTIUM CINÉMA
Service de l'Enseignement
67, rue du Faubourg-Saint-Martin, PARIS (10e)

CHEMIN DE FER DE PARIS A ORLÉANS

LE MAROC PAR LISBONNE, 24 heures seulement de traversée

L'escale à Lisbonne des paquebots de la ligne Bordeaux-Maroc de la Compagnie Générale Transatlantique qui avait été reportée du 20 octobre 1922 à une date ultérieure est dès maintenant assurée.

L'attention du public est attiré à nouveau sur l'intérêt que présente cet itinéraire pour les voyages à destination ou en provenance du Maroc.

Le passage à l'escale sera combiné de manière à donner correspondance directe avec le Sud-Express. A l'aller les voyageurs parvenus à Lisbonne par ce train, à 21 heures, s'embarqueront immédiatement pour continuer leur voyage sur Casablanca; ils arriveront à destination le matin du 3e jour après celui de leur départ de Paris, avec 24 heures seulement de traversée. Au retour, les paquebots partis la veille au matin de Casablanca toucheront dans la matinée à Lisbonne, où les voyageurs pourront trouver le Sud-Express partant à 11 h. 35 qui les amène le lendemain soir à Paris.

Un service de voitures de la gare de Lisbonne-Rocio au quai d'Alcantara ou vice-versa assurera le transport des voyageurs et de leurs bagages.

LIVRES REÇUS

Tous les livres reçus par la Revue *sont signalés sous cette rubrique avec une brève indication de leur contenu, sans préjudice de l'analyse critique dont ils pourront être ultérieurement l'objet dans la partie bibliographique de la* Revue.

1° Sciences mathématiques

BOUTROUX (P.) : *Les Mathématiques.* 1 vol. in-16 de 184 p. avec 51 fig. de la bibliothèque « *Cosmos* » (Prix cart. : 5 fr.). Albin Michel, 22, rue Huygens, Paris, 1922.

Ce petit ouvrage se propose de donner des Mathématiques une idée accessible à tous. Toutefois l'auteur ne dissimule pas que son but a été de montrer les Mathématiques telles qu'elles sont, et non telles qu'elles devraient être pour pénétrer facilement dans l'esprit des gens du monde et pour satisfaire les goûts modernes.

WYCKOFF (R. W. G.) : *The analytical expression of the results of the theory of space-groups.* 1 vol. in-8° de VII-180 p. avec 34 fig. (Prix : 3 doll. 25 c.). Publication n° 318 de la Carnegie Institution, Washington, 1922.

Ce volume a pour but d'énoncer les résultats de la théorie des groupes dans l'espace sous une forme immédiatement utilisable par le cristallographe. On sait qu'on peut déduire de cette théorie toutes les formes sous lesquelles des atomes peuvent être arrangés dans l'espace, de telle sorte que leur agrégat possède un des groupes de propriétés de symétrie observés chez les cristaux.

MAILLARD (L.) : *Quand la lumière fut...* Tome I : *Les Cosmogonies anciennes.* 1 vol. in-8° de 214 p. avec 6 pl. et 49 fig. Les Presses universitaires de France, 49, boulevard Saint-Michel, Paris, 1922.

Dans ce premier volume, l'auteur retrace l'histoire des cosmogonies anciennes : cosmogonies mythiques des peuples non civilisés, puis des anciennes civilisations ; cosmogonies géométriques des Grecs, ensuite, ayant supposé d'abord la Terre plane, puis la Terre sphérique.

2° Art de l'Ingénieur

MANVILLE (O.) : *Production économique de la vapeur.* 1 vol. in-8° de 417 p. avec 259 fig. (Prix : 25 fr.). G. Doin, Paris, 1923.

La réduction de la consommation de charbon en France ne peut être obtenue que si l'industriel s'occupe de sa chaufferie et de la production de sa vapeur. L'auteur étudie toutes les solutions techniques et pratiques que comporte le problème précédent.

MARGOULIS (W.) : *Les Hélicoptères.* 1 vol. in-8° de 91 p. avec 21 fig. (Prix : 10 fr.). Gauthier-Villars et Cie, Paris, 1922.

Dans une première partie, l'auteur expose ses recherches expérimentales sur le fonctionnement le plus général des hélices ; dans la seconde, il applique les résultats obtenus à l'étude des régimes de vol d'un hélicoptère.

GILBRETH (M.) : *A. B. C. de l'organisation scientifique du travail.* 1 vol. in-8° de 96 p. de la Bibliothèque des Annales des Postes et Télégraphes (Prix : 6 fr.). E. Chiron, 40, rue de Seine, Paris, 1922.

Cet ouvrage, qui expose les éléments de l'organisation scientifique du travail, d'une part aidera les chefs d'entreprise et les surveillants à l'appliquer dans leurs affaires, de l'autre dissipera peut-être certaines préventions des ouvriers à l'égard des nouvelles méthodes.

3° Sciences physiques

FLEURY (H.) : *Exposé élémentaire de la Théorie d'Einstein.* 1 broch. in-8° de 34 p. avec 15 fig. E. Larose, Paris, 1922.

Brochure de vulgarisation scientifique, sans prétention à une critique de la théorie.

BIGELOW (F. H.) : *Atmospheric Radiation Electricity and Magnetism.* 1 broch. de 89 p. avec 28 fig. Vienne, 1922.

L'auteur étudie les rapports entre la radiation atmosphérique et les phénomènes thermodynamiques.

HAYFORD (J. F.) : *Effects of wind and of barometric pressures on the Great Lakes.* 1 vol. in-8° de V-133 p. avec 16 pl. (Prix : 2 doll. 75 c.). Publication 317 de l'Institution Carnegie, Washington, 1922.

Étude de l'influence du vent et de la pression barométrique sur le niveau des Grands Lacs, d'après les observations du Bureau météorologique et du Service des lacs des Etats-Unis. Etablissement de la loi générale qui gouverne ces faits, et des constantes fondamentales.

FOOTE (P. D.) et **MOHLER** (F. L.) : *The origin of spectra.* 1 vol. in-8° de 250 p. avec 46 fig. de l'« American Chemical Society Monograph Series » (Prix cart. : 3 doll.). The Chemical Catalogue Cy, New-York, 1922.

Ce volume expose la théorie de quantum des spectres principalement du point de vue expérimental, bien qu'on y trouve également une discussion théorique de la question.

BAUD (Paul) : *Chimie industrielle.* 1 vol. in-8° de 704 p. avec 270 fig. (Prix : 40 fr.). Masson et Cie, Paris, 1922.

Cet ouvrage expose, à l'usage des élèves des grandes Ecoles et du public intéressé, l'état actuel de la Chimie industrielle, en tenant particulièrement compte des progrès réalisés depuis 1914. De nombreux documents économiques complètent les renseignements d'ordre chimique et technique.

PATTISON (J. T.) : *Aluminium.* Traduit de l'anglais par N. CHAMPSAUR. 1 vol. in-16 de 100 p. avec 16 fig. (Prix : 10 fr.). Ch. Béranger, Paris et Liége, 1923.

Cet opuscule traite successivement des questions suivantes concernant l'aluminium : fabrication, alliages, analyse et examen des matières employées, fabrication des électrodes.

FRITSCH (J.) : *Le plâtre. Fabrication, propriétés, applications.* 1 vol. in-8° de VIII-246 p. avec 43 fig. (Prix : 12 fr.). Librairie Desforges, Paris, 1923.

L'auteur étudie successivement la pierre à plâtre et les divers produits de sa transformation ; la cuisson du plâtre dans les fours anciens et modernes ; les propriétés du plâtre : plâtre à enduit, plâtre à stuc, plâtre à plancher ; la résistance au feu et à la durée des constructions en plâtre ; l'analyse du plâtre. L'ouvrage se termine par la description des brevets les plus intéressants relatifs au plâtre.

BARY (Paul) : *Le Caoutchouc (Les colloïdes dans l'industrie).* 1 vol. in-8° de VI-255 p. avec 50 fig. (Prix : 32 fr. 50). Dunod, Paris, 1923.

Pour l'auteur, l'état colloïdal du caoutchouc est la clef des propriétés principales de cette matière, et il s'est proposé de montrer comment l'application des données générales sur les colloïdes explique les résultats de l'expérience (coagulation des latex, vulcanisation, régénération).

Méthodes actuelles d'expertises employées au Laboratoire municipal de Paris, publiées sous la direction de M. A. KLING. II. *Matières grasses, beurre, cires et paraffine, essence de térébenthine, huiles minérales.* 1 vol. in-8° de 328 p. (Prix : 32 fr.). Dunod, Paris, 1922.

Suite de l'ouvrage bien connu, dont les trois volumes précédemment parus ont déjà été analysés dans la *Revue*.

AVIS TRÈS IMPORTANT A NOS ABONNÉS

Renouvellement du 1er Janvier 1923

L'Administration de la **Revue générale des Sciences** prie Messieurs les Abonnés de bien vouloir faire parvenir le montant de leur abonnement avant le **30 Janvier 1923** à G. DOIN, Editeur, 8, Place de l'Odéon, Paris (6e). Passé cette date l'Administration fera présenter une quittance augmentée (pour les frais de recouvrement)

de **1** franc pour Paris
de **1** fr. **25** pour les Départements.

Les abonnés de la France et des Colonies peuvent renouveler leur abonnement par un versement au compte : Chèques postaux, G. DOIN-Paris-N° 201,74.

Les abonnés de l'étranger sont priés d'adresser le montant par mandat postal, chèque payable sur Paris, ou de charger leur libraire d'opérer leur renouvellement.

Les abonnés qui renouvellent leur abonnement sont priés de bien vouloir rappeler l'adresse à laquelle l'envoi leur était fait et, en cas de modification, d'indiquer à la fois l'ancienne et la nouvelle adresse afin d'éviter un double emploi dans le service du Journal.

G. DOIN, Editeur.

Une nouvelle formule d'étude :

Le film commenté par le livre.
Le livre illustré par le film.

Films Médicaux et Scientifiques de Pathé Consortium Cinéma

Séries Gaston DOIN

Une collection de livres et de films publiés sous la Direction scientifique d'un Comité médical.

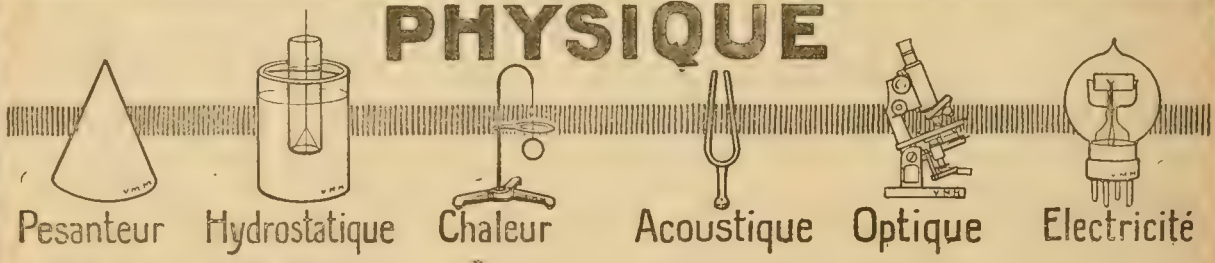
:: :: BOTANIQUE :: ::
:: :: ZOOLOGIE :: ::
:: BACTÉRIOLOGIE ::
:: :: CYTOLOGIE :: ::

:: :. PHYSIOLOGIE .:: .:
MÉDECINE OPÉRATOIRE
:: :: NEUROLOGIE :: ::
:: CULTURE PHYSIQUE :.

PATHÉ CONSORTIUM CINÉMA
Service de l'Enseignement
67, Rue du Faubourg Saint-Martin
PARIS 10e

LIBRAIRIE OCTAVE DOIN
GASTON DOIN, Éditeur
:: :: 8, Place de l'Odéon :: ::
PARIS 6e

PHYSIQUE



V.M.M.

Bureaux
Ateliers
11, rue Blainville
PARIS (Ve)
T. Gob. 47-64

ARGUS DES SCIENCES
Gratuit
Occasions Scientifiques

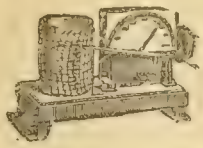
CATALOGUES

CHIMIE

Appareils de mesure et de contrôle

POUR LES SCIENCES ET L'INDUSTRIE

Thermometre enregistreur



Cinémomètre enregistreur.

Ampèremètre à cadran.

ENREGISTREURS BREVETÉS S. G. D. G.
écrivant à l'encre leurs indications d'une façon continue sur papier se déplaçant en fonction du temps.

MÉTÉOROLOGIE
Actinomètres, anémomètres, anémoscopes, baromètres, hygromètres, pluviomètres, psychromètres, thermomètres enregistreurs.

MÉCANIQUE
Dynamomètres de traction, de rotation, enregistreurs. Indicateurs dynamométriques système Richard. Manomètres enregistreurs et à cadran. Cinémomètres enregistreurs ou à cadran donnant d'une façon absolue la vitesse en mètres par seconde ou le nombre de tours par minute d'un arbre, d'une machine, etc., etc.

INDUSTRIE
Indicateurs de niveau d'eau enregistreurs transmetteurs à distance. Hydromètres enregistreurs. Manomètres enregistreurs ou à cadran. Thermomètres avertisseurs, à cadran, enregistreurs. Pyromètres, etc., etc.

ÉLECTRICITÉ
Ampèremètres et voltmètres enregistreurs ou à cadran. Wattmètres enregistreurs. Ohmmètres. Boîtes de contrôle, etc.

PHOTOGRAPHIE
Le **Vérascope**, Le **Glyphoscope**, Le **Taxiphote**, brevetés S. G. D. G.
(*Voir le numéro précédent.*)

Baromètre enregistreur

Manomètre enregistreur.

Voltmètre enregistreur

OXYGÉNATEUR DE PRÉCISION du Dr Bayeux (breveté S.G.D.G.)
le seul permettant d'effectuer les injections d'oxygène avec précision et sécurité.

GRANDS PRIX aux Expositions Liége 1905, Lyon 1914
HORSCONCOURS
MEMBRE DU JURY

JULES RICHARD,

Fondateur et successeur de la Maison RICHARD Frères

25, Rue Mélingue (anc. imp. Fessart), **PARIS, XIXe**
Exposition et Vente : 10, rue Halévy (près l'Opéra).
Envoi des Notices illustrées sur demande.

Adresse télégraph. : Enregistreur-Paris
Téléph. Nord 19.63

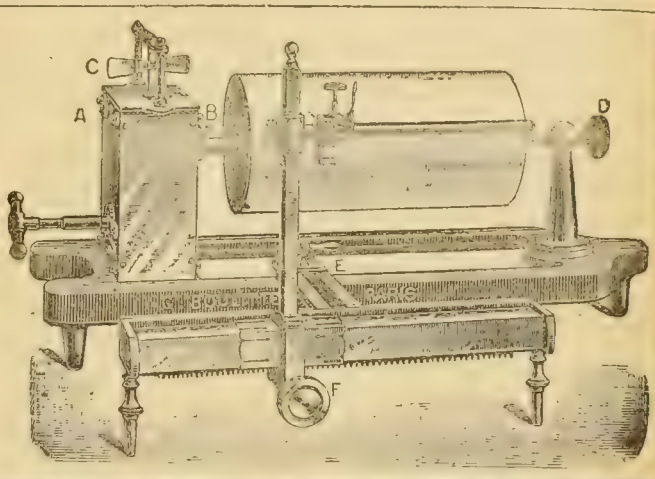
Ancienne Maison Ch. VERDIN, ✻, Q, ✠

G. BOULITTE, Succr

Ingénieur-Constructeur à PARIS
15 à 21, rue Bobillot, PARIS (13e)
(*anciennement 7, rue Linné*)

Appareils de précision pour la PHYSIOLOGIE et la MÉDECINE

ENREGISTREURS, MOTEURS ÉLECTRIQUES A VITESSE CONSTANTE, CHRONOGRAPHES, CHRONOSCOPES, SIGNAUX ÉLECTROMAGNÉTIQUES DE M. DEPREZ, ÉLECTRODIAPASONS, MANOMÈTRES, DYNAMOMÈTRES, SPHYGMOGRAPHES, ETC.



TOUPLAIN (F.) : *Analyse générale des eaux.* 1 vol. in-12 de 244 p. avec 31 fig. et 1 pl. (Prix cart. : 25 fr.). Ch. Béranger, Paris et Liége, 1922.

Cet ouvrage traite des questions suivantes : Constantes physiques et chimiques des eaux; Analyses de contrôle; Analyse complète des eaux; Essais divers et considérations sur les eaux minérales; Lois, décrets, règlements.

4° Sciences naturelles

MERRILL (G. P.) : *Handbook and descriptive catalogue of the collections of gems and precious stones in the United States National Museum.* 1 vol. in-8° de VIII-225 p. avec 26 fig. et 14 pl. en noir et en couleurs (Bulletin 118 de l'U. S. National Museum). Government Printing Office, Washington, 1922.

Catalogue des gemmes et pierres précieuses figurant dans les collections du Musée national des États-Unis, accompagnés de notes diverses sur la taille des gemmes, leurs emplois industriels, leur production, etc.

CASE (E. C.) : *New Reptiles and Stegocephalian from the Upper Triassic of Western Texas.* 1 vol. in-4° de 84 p. avec 33 fig. et 14 pl. (Prix : 2 doll.). Publication 321 de l'Institution Carnegie, Washington, 1922.

L'auteur décrit la suite de ses recherches sur la faune des Vertébrés du Permo-Carbonifère de l'Amérique du Nord.

COOPER (W. S.) : *The broad-sclerophyll Vegetation of California. An ecological study of the Chaparral and its related communities.* 1 vol. in-8° de 124 p. avec 43 fig. et 21 pl. (Prix : 2 doll.). Publication 319 de la Carnegie Institution, Washington, 1922.

Étude du type particulier de végétation des montagnes inférieures de Californie, composé surtout de buissons denses à feuilles toujours vertes fortement cutinisées.

BRITTON (N. L.) et **ROSE** (J. N.) : *The Cactaceæ. Descriptions and illustrations of plants of the Cactus family.* Vol. III. 1 vol. in-4° de VII-255 p. avec 250 fig. et 24 pl. en couleurs. Publication 248 de l'Institution Carnegie, Washington, 1922.

Suite de la description des plantes de la famille des Cactus (3e, 4e et 5e sous-tribus).

JANET (Ch.) : *Le Volvox.* 2e mémoire. 1 broch. in-8° de 64 p. avec 4 pl. Les Presses universitaires de France, Paris, 1922.

Étude du *Volvox aureus* et du *V. globator*, d'où l'auteur tire un certain nombre d'arguments en faveur de sa théorie de l'orthobionte.

CAILLAUD (Dr M.) : *Notions d'Acoustique physiologique et musicale*. 1 vol. in-16 de 172 p. avec 20 fig. (Prix : 8 fr.). G. Doin et A. Leduc, Paris, 1923.

Ce petit volume s'adresse d'une part aux musiciens, d'autre part à ceux qui débutent dans l'étude de l'examen de la voix et de l'audition.

LEDENT (Dr R.) : *L'Education physique basée sur la physiologie musculaire*. Préface du Dr J. P. LANGLOIS. 1 vol. in-8° de 340 p. avec 88 fig. (Prix : 16 fr.). G. Doin, Paris, 1923.

L'auteur allie les notions de la Biologie aux enseignements de la Pédagogie pour en tirer les nombreuses applications pratiques relatives à la gymnastique, aux sports, à la préparation militaire, aux fonctions respiratoires, à la thérapeutique même.

TISSIÉ (Dr Phil.) : *L'Education physique rationnelle. La méthode. Les maîtres. Les programmes*. 1 vol. in-16 de 224 p. avec 37 fig. (Prix : 9 fr.). Librairie F. Alcan, Paris, 1922.

L'auteur expose ses idées personnelles sur l'éducation physique, et donne des directives : biologiques, en vue de l'établissement de la méthode; didactiques, en vue de la formation des maîtres, et pédagogiques, en vue de l'élaboration des programmes.

5° Sciences diverses

Recueil d'Œuvres de Léo Errera. Pédagogie. Biographies. 1 vol. in-8° de 336 p. avec 1 portrait. M. Lamertin, Bruxelles; J. Hermann, Paris, 1922.

Ce volume termine la publication des œuvres de l'éminent botaniste belge.

JOLY (Henri) : *Le Droit féminin*. 1 vol. in-16 de 248 p. de la *Bibliothèque de Philosophie scientifique* (Prix : 7 fr. 50). E. Flammarion, Paris, 1922.

L'auteur appuie son étude sur une théorie du féminisme d'abord, puis sur une connaissance exacte des traditions séculaires, et enfin sur la compréhension de ce que l'état social d'aujourd'hui semble réclamer de nouveau en faveur des femmes. L'auteur donne une étude complète du syndicalisme féminin et consacre un chapitre au principe du droit électoral des femmes.

Statistique générale de la Tunisie (année 1921). 1 vol. in-8° de XVI-441-XI pages. Imprimerie rapide, Tunis, 1922.

SOMMAIRES DES JOURNAUX SCIENTIFIQUES

1° Périodiques généraux

Proceedings of the National Academy of Sciences of the U. S. of America (Easton, Pa.), t. VIII, n° 11 (Nov.). MARSHALL : Propr. bactéricides des prod. de d'émanation du Ra. — WASHINGTON : Les jades de l'Amérique centrale. — BARUS : Sur une comparaison de la sensibilité relative des téléphones. — ID : Les positions d'équilibre de l'aiguille gravitante dans le vide en 1921 et 1922. — COBLENTZ : Nouv. mesures des températures stellaires et de la radiation planétaire. — LORENTZ : Preuve d'un théorème dû à Heaviside. — LOTKA : La stabilité de la distribution normale des âges.

Journal of the Washington Academy of Sciences (Easton, Pa.) t. XII, n° 19 (19 nov.). VAN ORSTRAND et SHOULTES : Valeurs de sin θ et cos θ jusqu'à la 33e décimale. — MAXON : Fougères nouv. pour la flore cubaine.

The Philippine Journal of Science (Manille), t. XXI, n° 4 (Oct.). MERRILL : Diagnoses de plantes d'Hainan. — WITT : L'effet des comp. sulfurés sur le ciment. — COLE : L'emploi de fibres textiles dans l'analyse chim. qualitat. microscop. V. Rech. de l'or par les fibres de soie viscose au $SnCl^2$-pyrogallol. — WITT : Généralités sur l'infl. des subst. sur le ciment et le ciment armé. — ALEXANDER : Tipulidés nouv. ou peu connus des Philippines. — VOSS : Rhynchitinés indo-malais. I.

2° Art de l'Ingénieur

Revue universelle des Mines, de la Métallurgie, des Travaux publics (Liége), 6e sér., t. XV, n° 6 (15 déc.). PORTEVIN : Considér. générales relativement à nos connaissances concernant la trempe de l'acier et des alliages métall.

Journal of the Royal Society of Arts (Londres), t. LXXI, n° 3654 (1er déc.). SLATER : Le Strand et Adelphi, à Londres; leur histoire et leur développ. — N° 3655 (8 déc.). SMITH : Le travail du batteur dans la fabric. du papier.

3° Sciences physiques

The Physical Review (Lancaster et Ithaca), t. XX, n° 6 (Déc.). FOLEY : Etude photograph. des pulsations sonores entre des parois courbes, et amplification du son par des cornets. — SOLT : Etude expérim. de la dispersion dans un train d'ondes limité. — GHOSH : Note sur les tambours de musique. — STEWART : Filtres d'ondes acoustiques. — BOARDMAN : Le pouvoir d'excitation de la fluorescence des différentes parties du spectre ultra-violet. — HOPFIELD : Les spectres de H, N et O dans l'ultraviolet extrême. — WENNER, FORMAN et LINDBERG : La variation de la conductivité métall. avec la charge électrostatique. — COULSON et BECKNELL : Relations réciproques de diffraction entre des plaques circulaires et elliptiques. — THOMPSON : Le flux de chaleur dans un cylindre fini ayant une température superfic. variable. — BECKNELL et COULSON : Extension du principe de l'évoluée de diffraction et quelques-uns de ses détails de structure. — OLMSTEAD : Nouv. preuve concernant l'interprétation des potentiels critiques dans l'H. — DEMPSTER : Analyse de K, Ca, Zn par les rayons positifs. — VALASEK : Les propr. du sel de Rochelle en rapport avec l'effet piézo-électr. — DUFFENDACK : Arcs à bas voltage dans les gaz diatomiques. — HEWLETT : Etude expérim. de la diffusion des rayons X à peu près homogènes par C cristall. en poudre, Is métall., le benzène, le mésitylène et l'octane liquides. — TAYLOR : Coeffic. d'absorption pour les rayons X homogènes. — CARMAN et LORANCE : Seconde méth. à ondes non amorties pour détermin. les constantes diélectr. — HARTMANN : Nouv. méth. pour engendrer des ondes sonores. — ID. : Infl. de la tension superfic. sur le flux d'un liquide sous forme de jet.

Chimie et Industrie, t. VIII, n° 5 (Nov.). CHAUDRON : La réduction des oxydes métall. par H et CO. — FOLLIET : Les gazogènes à fusion de cendres. — FRION : Le chauffage au charbon pulvérisé des chaudières et des fours (*fin*). — COFFIGNIER : Analyse des vernis gras. — BLANCHETIÈRE : L'alimentation dans ses rapports avec le besoin qualitatif d'azote (*fin*). — CLOT : Contrib. à l'étude de quelques graines oléagineuses d'Indo-Chine. — FOURNEAU : La question des brevets en matière de produits chim.

4° Sciences naturelles

Comptes rendus des séances de la Société de Biologie, t. LXXXVII, n° 36 (2 déc.). ARLOING, GUILLEMIN et LANGERON : Act. suspensive du réflexe solaire sympathicotonique sur les manifestations convulsives du choc vagotonique chez l'animal. — CANTACUZÈNE et VLÈS : Sur les facteurs électr. dans les réact. des éléments du sang chez *Sipunculus nudus*. — DÉVÉ : La désobstruction spontanée du cholédoque au cours de l'obstruction biliaire hydatique. — DOPTER, DUMAS et COMBIESCO : Sur la nature de la toxine dysentérique. — FAURE : Sur un cas d'ectopie testiculaire chez la chauve-souris. — GOIFFON et NEPVEUX : Mesure des ac. organ. à sels calciques sol., dans les selles. — LEVADITI et NICOLAU : Affinités du virus encéphalitique. — LOEPER et MARCHAL : La leucopédèse gastrique après ingestion d'amidon. — LOPEZ-LOMBA : Poissons réactifs des alcaloïdes. — LUQUET : Act. sur le sang du diglucosido-dioxydiaminoarsénobenzène. — MAYEROWNA : La glande thyroïde des Amphibiens au moment de la métamorphose. — NÈGRE et BOQUET : Effets des injections de l'extrait méthyl. de bac. de Koch sur l'évolution de la tuberculose expérim. du cobaye et du lapin. — PAGNIEZ, RAVINA et SOLOMON : Rech. sur la coagulabilité du sang après irradiations *in vitro*. — PORTIER et LOPEZ-LOMBA : Utilisation des poissons de petite taille pour la découverte de faibles quant. de subst. toxiques. — POZERSKI et LÉVY : Sur l'excrétion de comp. phosphorés par les microbes. — SOKOLOFF : Le noyau est-il indispensable à la régénération des Protozoaires? — TOURNADE et CHABROL : Réalité de l'hyperadrénalinémie par excitation du nerf splanchnique. — VALTIS : Sur les anticorps du sérum des lapins traités par le sérum antidiphtérique. — WOLLMANN, URBAIN et OSTROWSKY : Applic. de la technique au *B. coli* à l'étude du pouvoir protéolyt. des streptocoques. — DERNBY et SIWE : Les enzymes protéolyt. du bac. diphtérique et leurs rapports avec la toxine. — KLING, DAVIDE et LILJENQUIST : Sur la prétendue relation entre le virus encéphalitique et le virus herpétique. — OHLSSON : Sur l'existence de deux ferments amylolyt. dans la diastase du malt.

5° Sciences médicales

Bulletin de l'Académie de Médecine, t. LXXXVIII, n° 39 (28 nov.). HERGOTT : Sur les rapports de la tuberculose et de la grossesse. — CAZENEUVE : La législation de 1916 sur la vente et l'usage des subst. vénéneuses demande-t-elle à être revisée? — DELBET et BEAUVY : Sur la pyoculture.

Archives de l'Institut Pasteur, t. XXXVI, n° 11 (Nov.). LEVADITI et NAVARRO-MARTIN; FOURNIER, GUÉNOT et SCHWARTZ : Rech. sur l'action curative et préventive de l'ac. acétyloxy-aminophénylarsinique (190 ou stovarsol) administré par voie digestive dans la syphilis. — NICOLLE et CÉSARI : Remarques sur le titrage des sérums thérapeut. — ROUBAUD et VEILLON : Rech. sur l'attraction des mouches communes par les subst. de fermentation et de putréfaction. — ROUBAUD : Rech. sur la fécondité et la longévité de la mouche domestique. — WOLLMANN : Biologie de la mouche domestique et des larves de mouches à viande, en élevage aseptique. — CASTELLANI et TAYLOR : Observ. sur une méthode mycolog. pour la rech. et l'identific. de certains sucres et autres hydrates de carbone. — BALTEANO : L'infection charbonneuse et l'immunité anti-charbonneuse chez les lapins et les cobayes. — BLANCHARD et LEFROU : Deux cas de rage canine observés à Brazzaville.

6° Géographie et Colonisation

Bulletin du Comité d'Etudes historiques et scientifiques de l'Afrique occidentale française, n° 3 (Juill.-Oct.). HOUARD : Etude agrolog. du Bas-Togo. — LÉGER : Parasites sanguicoles des animaux de l'A. O. F. Dénombrement et classification. — DE MARTONNE : Photographie et topographie. — HUBERT : Objets anciens de l'Afrique occid. — DUPUIS-YACOUBA : Les ruines dites de Bokar et de Kama dans la région de Bankor. — DE COUTOULY : Animaux et oiseaux-augures chez les Kroumen du Bas-Cavally. — ALQUIER : Saint-Louis du Sénégal pendant la Révolution et l'Empire (*fin*).

MBL WHOI Library - Serials
5 WHSE 02327